COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 OCTOBRE 1891.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des oscillations hertziennes.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Les équations auxquelles doivent satisfaire, dans la théorie de Maxwell, les oscillations hertziennes, jouissent de quelques propriétés sur lesquelles je crois utile d'attirer l'attention, non seulement parce qu'elles peuvent, dans certains cas, faciliter le calcul de la période, mais surtout parce qu'elles permettent d'étendre à un excitateur quelconque les résultats de Hertz (*Wiedemann*, t. XXXVI) relatifs à l'état du champ électromagnétique et à la radiation de l'énergie. C'est ce que j'ai déjà essayé de faire, mais sans y insister comme il convenait, dans les *Annales de Genève,* en cherchant à déterminer par l'analyse l'amortissement des oscillations propres d'un résonateur circulaire.

» J'adopte les notations de Maxwell et je désigne par $f, g, h, \alpha, \beta, \gamma$, F, G, H, $u, v, w, p, q, r, \varphi, \rho$ les composantes du déplacement électrique, de la force magnétique, du potentiel vecteur, du courant total, du courant de conduction, le potentiel électrostatique et la densité électrique.

» Je suppose que le champ ne soit occupé que par des conducteurs et par un diélectrique *unique* de pouvoir inducteur K. Je suppose que ces milieux ne sont pas magnétiques et que $\mu = 1$. On sait d'ailleurs qu'avec des oscillations aussi rapides l'induction magnétique n'a pas le temps de se produire.

» Je pose

$$(\alpha) \quad \frac{dp_0}{dt} = p, \quad \frac{dq_0}{dt} = q, \quad \frac{dr_0}{dt} = r, \quad \frac{dp_0}{dx} + \frac{dq_0}{dy} + \frac{dr_0}{dz} = -\rho.$$

» Je rappelle que, pour des oscillations très rapides, tous les conducteurs se comportent comme s'ils étaient parfaits, et que les courants ne pénètrent qu'à une profondeur excessivement faible, de sorte qu'on peut partager le conducteur en deux régions, l'une superficielle où les courants de conduction sont très intenses, l'autre intérieure où ils sont nuls

» On a d'abord dans tout l'espace

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \frac{dF}{dx} + \frac{dG}{dy} + \frac{dH}{dz} = 0, & \Delta F = -4\pi u, \\ \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0, & u = \frac{df}{dt} + p = \frac{d(f + p_0)}{dt}, \\ \frac{dp_0}{dx} + \frac{dq_0}{dy} + \frac{dr_0}{dz} + \rho = 0, & K\Delta\varphi = -4\pi\rho. \end{array} \right.$$

» On a dans le diélectrique

$$(2) \quad \frac{4\pi f}{K} = -\frac{dF}{dt} - \frac{d\varphi}{dx}.$$

» Dans la couche superficielle du conducteur, p, q et r sont très grands de sorte que nous pouvons négliger les courants de déplacement devant les courants de conduction. Nous pouvons donc, sans changer le résultat, attribuer à f telle valeur que nous voulons et, par conséquent, supposer que l'équation (2) est encore satisfaite.

» Dans la région intérieure, il n'y a pas de courant et l'on a

$$p = f = u = \frac{dF}{dt} + \frac{d\varphi}{dx} = 0,$$

de sorte que l'équation (2) est encore satisfaite.

» Ainsi on doit satisfaire, dans tout l'espace, aux équations (1) et (2) ainsi qu'à celles qu'on en peut déduire par symétrie.

» Les courants de conduction p, q, r sont inconnus; néanmoins, avec les excitateurs de forme simple ordinairement employés, il est plus facile de s'en faire une idée approximative que des autres quantités à calculer. Il peut donc être intéressant d'exprimer toutes ces quantités en fonctions de p, q et r. Voici comment on y parvient :

» Soit $d\tau'$ un élément de la couche superficielle du conducteur, x', y', z' ses coordonnées; soit x, y, z un point quelconque de l'espace. Soit R la distance des deux points x, y, z et x', y', z'. Soient p', q', r' les valeurs de p_0, q_0, r_0 au point x', y', z'; ce seront évidemment des fonctions de x', y', z' et de t. Soient p'', q'', r'' ce que deviennent ces fonctions quand on y remplace t par $t - \mathrm{R}\sqrt{\mathrm{K}}$. Posons

$$\xi = \frac{p''}{\mathrm{R}}, \quad \eta = \frac{q''}{\mathrm{R}}, \quad \zeta = \frac{r''}{\mathrm{R}}, \quad \xi_2 = \frac{p'}{\mathrm{R}}, \quad \eta_2 = \frac{q'}{\mathrm{R}}, \quad \zeta_2 = \frac{r'}{\mathrm{R}},$$

$$\xi = \xi_1 + \xi_2, \quad \eta = \eta_1 + \eta_2, \quad \zeta = \zeta_1 + \zeta_2.$$

» Posons ensuite

$$\mathrm{X} = \int \xi\, d\tau', \quad \mathrm{Y} = \int \eta\, d\tau', \quad \mathrm{Z} = \int \zeta\, d\tau', \quad \mathrm{X}_1 = \int \xi_1\, d\tau', \quad \ldots.$$

» On peut observer que les quantités sous le signe $\int$, ξ, η et ζ, deviennent infinies quand la distance R s'annule, et par conséquent quand le point x, y, z vient à l'intérieur de la couche superficielle, mais qu'il n'en est plus de même des quantités ξ_1, η_1 et ζ_1.

» Posons encore

$$\Theta = \frac{d\mathrm{X}}{dx} + \frac{d\mathrm{Y}}{dy} + \frac{d\mathrm{Z}}{dz}, \quad \Theta_1 = \frac{d\mathrm{X}_1}{dx} + \frac{d\mathrm{Y}_1}{dy} + \frac{d\mathrm{Z}_1}{dz}.$$

» On vérifiera aisément les équations

$$\Delta\mathrm{X} = \mathrm{K}\frac{d^2\mathrm{X}}{dt^2} - 4\pi p_0, \quad \Delta\mathrm{X}_1 = \mathrm{K}\frac{d^2\mathrm{X}}{dt^2},$$

$$\Delta\Theta = \mathrm{K}\frac{d^2\Theta}{dt^2} + 4\pi\rho, \quad \Delta\Theta_1 = \mathrm{K}\frac{d^2\Theta}{dt^2}, \quad \Theta = \Theta_1 - \mathrm{K}\varphi.$$

» On démontre ensuite qu'on satisfera aux équations (1) et (2), en posant

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \mathrm{K}\frac{d\mathrm{F}}{dt} &= \mathrm{K}\frac{d^2\mathrm{X}}{dt^2} - \frac{d\Theta_1}{dx} = \Delta\mathrm{X} + 4\pi p_0 - \frac{d\Theta_1}{dx}, \\ -4\pi f = \mathrm{K}\frac{d\mathrm{F}}{dt} + \mathrm{K}\frac{d\varphi}{dx} &= \mathrm{K}\frac{d^2\mathrm{X}}{dt^2} - \frac{d\Theta}{dx} = \Delta\mathrm{X} + 4\pi p_0 - \frac{d\Theta_1}{dx}. \end{aligned}\right.$$

et les équations qu'on en peut déduire par symétrie, ce qui donne la solution du problème.

» Dans le diélectrique, p_0 est nul et ces formules se simplifient.

» Dans le diélectrique, les composantes de la force magnétique ont pour valeurs

$$\alpha = \frac{d^2 Z}{dy\,dt} - \frac{d^2 Y}{dz\,dt}.$$

» Examinons, en particulier, le cas où nos oscillations sont périodiques avec un amortissement.

» Dans ce cas, toutes nos fonctions peuvent être mises avantageusement sous la forme suivante

$$f = \text{partie réelle } f' e^{kt},$$

f' étant une fonction généralement imaginaire de x, y, z, indépendante du temps, et k une constante imaginaire. Il en sera de même de toutes nos autres fonctions; chacune d'elles sera la partie réelle d'un produit dont un facteur est l'exponentielle e^{kt} et l'autre une quantité indépendante du temps et que je désignerai par la même lettre que la fonction correspondante, mais accentuée. Ainsi

$$\xi = \text{partie réelle de } \xi' e^{kt}, \qquad p_0 = \text{partie réelle de } p'_0 e^{kt}.$$

» Je désignerai par $p^\star$ la valeur de p'_0 au point x', y', z', de telle façon que

$$p' = \text{partie réelle de } p^\star e^{kt}.$$

Il vient alors

$$p'' = \text{partie réelle de } p^\star e^{k(t - R\sqrt{K})},$$

d'où l'on déduit

$$\xi' = \frac{p^\star e^{-kR\sqrt{K}}}{R}.$$

» Il en résulte que X, Y, Z sont les parties réelles de $X' e^{kt}$, $Y' e^{kt}$, $Z' e^{kt}$; X' étant un potentiel dû à l'attraction d'une matière fictive répandue dans la couche superficielle du conducteur; la densité de cette matière est $p^\star$, et la loi d'attraction est une fonction de la distance égale à la dérivée de $R^{-1} e^{-kR\sqrt{K}}$.

» A l'intérieur du conducteur, f doit être nul; on en conclut que

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$$

est une différentielle exacte. Réciproquement, si cette condition est rem-

plie, le déplacement et la force électrique sont nuls à l'intérieur du conducteur, et à l'extérieur les lignes de force électrique aboutissent normalement à la surface du conducteur. C'est là la condition à la limite à laquelle on doit satisfaire dans le calcul de la période.

» On voit ainsi que le problème peut se présenter sous une double forme :

» On peut se proposer de satisfaire aux équations (1) et (2) *dans le diélectrique* de telle sorte que les lignes de force aboutissent normalement aux conducteurs.

» Ou bien on peut se proposer de déterminer les courants superficiels de conduction p, q, r de telle sorte que, *à l'intérieur du conducteur*,

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$$

soit une différentielle exacte.

» On remarquera l'analogie avec la double forme que peut prendre le problème de la distribution électrique.

» Dans ce problème, on peut, en effet, ou bien se proposer de satisfaire dans le diélectrique à l'équation de Laplace, de telle sorte que le potentiel ait une valeur constante à la surface du conducteur.

» Ou bien on peut se proposer de déterminer la densité superficielle de l'électricité de telle sorte que, à l'intérieur du conducteur, l'attraction soit nulle.

» Je remarque que les conditions (α) ne suffisent pas pour déterminer complètement p_0, q_0 et r_0; mais, quelle que soit la manière dont on détermine ces quantités, pourvu qu'on s'astreigne aux conditions (α), les valeurs du déplacement électrique et de la force magnétique dans le diélectrique ne seront pas changées. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une nouvelle espèce minérale, la Boléite.* Note de MM. **Mallard** et **E. Cumenge.**

« Le grand gisement de cuivre du Boleo, situé près du port de Santa Rosalia, dans la basse Californie (Mexique), est constitué par une série de couches cuivreuses intercalées dans des tufs et conglomérats formés par la destruction des roches trachytiques et volcaniques de la contrée. Le cuivre s'y présente disséminé à l'état de carbonates vert et bleu, d'oxyde noir, d'oxydule rouge, d'Atacamite, de silicates complexes et même, quoique plus rarement, de sulfure de cuivre.

» Dans certaines parties de ce vaste gisement, l'un de nous vient de dé-

couvrir une espèce minérale intéressante, à laquelle nous proposerons de donner le nom de *Boléite*.

» Elle se présente, dans certaines régions, en quantité assez grande pour constituer un véritable minerai. Elle se montre sous forme de cristaux cubiques, d'un beau bleu indigo, disséminés dans une gangue argileuse, appelée *jaboncillo*, tantôt rougeâtre, tantôt verdâtre, qui surmonte la couche cuivreuse proprement dite. Ces cristaux s'isolent très aisément de la gangue et montrent alors des formes parfaitement nettes, avec des dimensions relativement considérables, qui peuvent atteindre 2^{cm} de côté.

» Les cristaux sont accompagnés par de l'Anglésite, sur laquelle ils sont assez souvent implantés, et qui se montre en cristaux assez volumineux et déformés; par de la phosgénite, qui forme de petits cristaux prismatiques groupés entre eux; par de la cérusite et de l'Atacamite.

» On trouve aussi, accompagnant les cristaux cubiques, de petits cristaux octaédriques groupés, ayant exactement les mêmes propriétés physiques extérieures que les cristaux cubiques, et sur lesquels nous reviendrons.

» *Cristaux cubiques.* — Les cristaux cubiques ne sont point décomposés par l'eau, si ce n'est peut-être par une action très prolongée; ils fondent à la flamme d'une bougie; dans le tube fermé, ils fondent d'abord assez rapidement en perdant leur eau; puis, si l'on continue à chauffer, la matière se solidifie en devenant noire; les parties collées au verre prennent cependant une nuance bleu azur.

» Deux analyses, faites avec soin sur des échantillons bien débarrassés de substances étrangères, ont donné les résultats suivants :

	I.	II.	Calcul.
Argent	8,85	8,70	8,50
Cuivre	13,95	14,50	15,00
Plomb	48,45	49,75	48,90
Chlore	19,98	19,00	19,55
Eau	4,77	4,00	4,28
Oxygène (par diff.)	4,00	4,05	3,77
	100,00	100,00	100,00

La formule

$$PbCl^2 + CuO, H^2O + \tfrac{1}{3}AgCl$$

représente assez exactement, comme on le voit par la dernière colonne, la composition complexe de la substance. Il est préférable de la mettre sous la forme

$$3[PbCl(HO).CuCl(HO)] + AgCl.$$

On serait tenté, à l'appui de la première formule, de remarquer qu'un courant d'hydrogène sec donne, par réduction, du cuivre métallique sans production d'acide chlorhydrique, ce qui semblerait montrer que le chlore n'est pas combiné au cuivre. Mais, en réalité, l'acide chlorhydrique produit devrait se porter sur l'oxychlorure de plomb pour donner du chlorure de plomb et de l'eau. La dernière formule peut d'ailleurs être rapprochée de celle de la Laurionite $PbCl(HO)$ et de celle de l'Atacamite $CuCl(HO).Cu(HO)^2$.

» Cette composition rapproche beaucoup la Boléite de la Percylite, espèce créée par Brooke sur de très petits cristaux cubiques bleus rencontrés, dit l'auteur, dans la Sonora (Mexique) avec du quartz aurifère. L'analyse, très imparfaite d'ailleurs et incomplète, n'avait pas signalé la présence de l'argent. Bien qu'il soit vraisemblable que la Boléite et la Percylite doivent être identifiées, nous avons cru, pour éviter toute confusion, devoir conserver à notre espèce argentifère un nom distinct.

» La densité est très peu supérieure à celle de la calcite.

» La densité, prise sur de petits cristaux bien purs, nous a donné la valeur 5,08.

» Les caractères cristallographiques sont des plus remarquables.

» La forme la plus habituelle est celle du cube, sans faces modifiantes; les faces du cube sont brillantes, mais médiocrement planes. On rencontre quelques cristaux portant les faces de l'octaèdre très nettes et brillantes; d'autres, plus rares, montrent de petites facettes dodécaédriques également très planes.

» On rencontre aussi quelques petits cristaux dans lesquels les arêtes sont remplacées par des espèces de gouttières formées par des faces de l'hexatétraèdre b^2.

» Des clivages existent, très nets et très faciles, parallèles aux faces du cube; moins nets et beaucoup moins faciles parallèlement aux faces octaédriques.

» Les lames minces, parallèles aux faces du cube, se montrent, au microscope polarisant, formées en général d'une partie centrale uniréfringente bordée par des bandes biréfringentes. Celles-ci s'éteignent suivant des parallèles aux arêtes, le plus petit indice étant dirigé perpendiculairement à l'arête correspondante de la bande. Les bandes adjacentes, ayant ainsi leurs sections principales correspondantes rectangulaires entre elles, se juxtaposent suivant les diagonales du carré.

» Si la lame est détachée à la surface même du cube, le centre de la

lame se trouve taillé tout entier dans une des parties biréfringentes qui bordent le cube; cependant, à la lumière parallèle, la partie centrale de la lame paraît uniréfringente; mais, en lumière convergente, on y voit apparaître les anneaux et la croix noire d'un cristal uniaxe négatif très biréfringent.

» La partie cristalline biréfringente qui enveloppe les cristaux est donc formée par trois cristaux uniaxes négatifs dont les axes sont respectivement parallèles aux axes quaternaires.

» Il arrive souvent que cette partie cristalline biréfringente est traversée par des bandes uniréfringentes parallèles aux faces du cube. Cette partie biréfringente pénètre d'ailleurs à des distances très variables du centre, dont elle s'approche quelquefois beaucoup.

» Enfin, il arrive que la partie centrale, au lieu d'être tout à fait uniréfringente, est elle-même plus ou moins biréfringente; dans les lames parallèles aux faces cubiques on voit alors simplement la biréfringence décroître, fort irrégulièrement d'ailleurs, de la circonférence au centre.

» Nous n'avons pu déterminer, avec précision, l'indice de réfraction de la Boléite. Cependant un prisme formé par les faces cubique et dodécaédrique nous a donné pour n la valeur approximative 2,07.

» Il semble bien résulter de ce qui précède que la Boléite est, non cubique, mais pseudo-cubique, et que sa vraie symétrie est celle du système quadratique; les parties uniréfringentes ou quasi uniréfringentes étant formées par des croisements quasi moléculaires du réseau quadratique.

» Cette conclusion est d'ailleurs justifiée par la rencontre de cristaux octaédriques coexistant avec les cristaux cubiques.

» *Cristaux octaédriques.* — Ces cristaux sont rares et en général assez petits; ils se rencontrent le plus souvent formant des groupements très réguliers qui montrent six octaèdres assemblés, de manière que leurs axes quadratiques coïncident respectivement avec les trois axes quaternaires d'un cube.

» Les pointements octaédriques, de symétrie quadratique, portent d'ailleurs, outre les faces de l'octaèdre que nous appellerons a^1(0 1 1), des faces latérales m(1 1 0) presque constantes et des faces p(0 0 1) plus rares. Des clivages existent parallèles à toutes ces faces; ils sont particulièrement nets pour les faces m et a^1.

» Les faces cristallines octaédriques sont brillantes, mais très imparfaites, étant composées généralement de trois petites facettes formant une pyramide très surbaissée. Les mesures angulaires sont donc difficiles et ne permettent que des résultats approximatifs. Les angles suivants sont les

moyennes d'un grand nombre d'observations, prises particulièrement sur des faces de clivage :

	Angles des normales	
	mesurés.	calculés.
$a^1 a^1$ (par-dessus p) (101) ($\bar{1}$01)........	117°.27'	° »
$a^1 a^1$ latéral (101) (011)................	74.16	74.22
$a^1 m$ adjacent (101) (1$\bar{1}$0).............	»	52.49

» Les paramètres calculés sont les suivants :

$$a : c = 1 : 1,645$$

ce qui est assez près, comme on le voit, de

$$1 : \tfrac{5}{3} = 1,667.$$

» Les lames minces taillées perpendiculairement à l'axe quadratique montrent la croix noire négative et les anneaux extrêmement serrés d'un cristal uniaxe négatif.

» Les lames taillées parallèlement à l'axe optique et chauffées jusqu'au moment de leur décomposition finale ne montrent aucun indice de transformation. Il en est de même, d'ailleurs, des lames taillées dans les cristaux cubiques.

» Lorsqu'on taille un groupe de cristaux octaédriques, de manière que la lame, passant à peu près par le centre du groupement, soit parallèle à deux des axes quaternaires, on constate que la partie centrale de la lame est occupée par un carré à peu près uniréfringent, dans lequel on distingue cependant une division en quatre secteurs biréfringents. L'analogie est donc complète avec l'agencement des cristaux cubiques.

» La composition des cristaux octaédriques ne paraît pas d'ailleurs différente de celle des cristaux cubiques, ainsi qu'il résulte de deux séries de dosages comparatifs, dosages nécessairement imparfaits à cause de la faible quantité de cristaux octaédriques dont on disposait.

	Cristaux		
	cubiques.	octaédriques.	Calculé.
Argent...........	9,2	9,4	8°.5
Cuivre...........	14,8	15,0	15.0
Plomb...........	50.2	50.7	48.9
Chlore...........	19.4	19.7	19.5

» La densité des cristaux octaédriques ne paraît pas non plus différer sensiblement de celle des cristaux octaédriques. Nous avons trouvé 5,0 environ sur un échantillon malheureusement trop petit.

» En résumé, les particularités très curieuses que montre la cristallisation de la Boléite s'expliquent simplement, si l'on admet que la véritable forme cristalline de cette substance est la forme quadratique représentée par les paramètres

$$a : c = 1 : 0,9873 = \tfrac{3}{5}.1,645.$$

» Lorsque ce réseau pseudo-cubique n'est pas groupé, la forme habituelle est celle de l'octaèdre $a^{\frac{5}{3}}$. Les groupements habituels aux cristaux pseudo-cubiques donnent naissance, tantôt aux groupements octaédriques, tantôt aux cristaux d'apparence cristallographiquement et optiquement cubique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Actions vasomotrices des produits bactériens.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

« Cohnheim a établi que la diapédèse des globules blancs du sang est le phénomène dominant de l'inflammation. Il admettait que cette sortie des leucocytes en dehors des vaisseaux était la conséquence d'une modification vasculaire produite par l'action des causes phlogogènes agissant directement sur les vaisseaux. Les physiologistes qui, avant la découverte de Cohnheim, avaient cherché à interpréter d'autres phénomènes de l'inflammation et, en particulier, la dilatation vasculaire, persistèrent à penser que le système nerveux impressionné à ses extrémités périphériques, au point d'application de la cause morbifique, subissait soit une paralysie dans ses centres vaso-constricteurs, soit une excitation dans ses centres vaso-dilatateurs et que, dans une hypothèse ou dans l'autre, la dilatation vasculaire qui se produisait par voie réflexe au niveau de la région irritée, plaçait les vaisseaux dans un état favorable et suffisant à la sortie des globules blancs. Quand, il y a dix-huit mois, Massart et Bordet eurent établi que les leucocytes possèdent l'irritabilité chimiotaxique démontrée par Pfeffer pour certaines cellules végétales, irritabilité qui fait progresser ces leucocytes dans les solutions contenant certaines substances attractives, en particulier les matières bactériennes, des parties où la solution est plus diluée vers les parties où elle est plus concentrée, on pensa qu'il y avait,

dans cette importante découverte, l'élément d'une nouvelle théorie de la diapédèse. Ces auteurs admettent que les leucocytes, renfermés dans l'intérieur des vaisseaux, sont impressionnés par la matière bactérienne présente dans le tissu ambiant et franchissent la paroi vasculaire, en raison de leur irritabilité propre pour gagner les parties où cette matière bactérienne est en plus grande abondance.

» Ainsi, à l'heure présente, trois théories se disputent l'interprétation du phénomène de la diapédèse : celle qui l'attribue à une altération primitive des vaisseaux, celle qui la fait dépendre d'un réflexe nerveux produisant secondairement la dilatation vasculaire, celle qui l'explique par l'activité propre des leucocytes. Les trois théories s'adaptent d'ailleurs à la notion nouvelle qui reconnaît l'infection locale comme cause de l'immense majorité des inflammations. Suivant la théorie, les matières sécrétées par les microbes phlogogènes altèrent les vaisseaux dans la zone infectée ou irritent, dans cette zone, les extrémités terminales des nerfs centripètes, lesquels provoquent, dans ce même lieu, la dilatation vasculaire réflexe; ou enfin attirent, à travers la paroi vasculaire, les leucocytes du sang qui circule dans cette région.

» J'ai admis, dès la première heure (22 mai 1890), la réalité de l'irritabilité chimiotaxique des leucocytes ([1]); j'ai reconnu que, en raison de cette irritabilité spéciale, les leucocytes *extravasés* cheminent dans le tissu siège de l'infection locale, des parties où les produits bactériens sont plus dilués vers les parties où ces produits sont plus concentrés, pour arriver au point où ils se trouvent au maximum, c'est-à-dire au contact des microbes. C'est une phase préalable, antérieure au phagocytisme, qui s'effectue seulement quand, après avoir cheminé à la recherche des bactéries, les leucocytes sont arrivés à leur contact. Alors seulement peut s'accomplir l'englobement des bactéries en raison de l'irritabilité tactile des leucocytes et parfois la destruction des bactéries englobées. Mais, si la phagocytose réduite à ces deux termes, englobement et digestion intracellulaire, suppose une phase préalable, celle de la recherche des bactéries par les leucocytes, cette phase de recherche, elle aussi, est précédée par une phase antérieure, celle de la diapédèse.

» Dans l'inflammation et, plus généralement, dans la lutte de l'organisme contre l'infection locale, il y a, *entre autres choses*, trois actes qui se succèdent et qui se commandent, tout en constituant des procédés dis-

([1]) *Action des produits sécrétés par les microbes pathogènes.*

semblables : 1° la diapédèse, que nous a indiquée Cohnheim; 2° la recherche des bactéries, dont l'intelligence nous a été donnée par Massart et Bordet; 3° le phagocytisme, que nous a révélé Metchnikof.

» Massart et Bordet estiment que les deux premières phases n'en constituent qu'une seule. L'attraction exercée par les produits bactériens sur les leucocytes suffirait pour leur faire franchir la paroi vasculaire. A cette manière de voir j'ai opposé ([1]) ce fait que, dans l'inflammation, les leucocytes ne sont pas seuls à sortir des vaisseaux; le plasma sanguin, qui constitue l'œdème inflammatoire, sort avec eux, sort même avant eux et peut sortir sans eux. Or on n'a pas encore parlé de l'irritabilité du plasma sanguin. Cela me semblait être une raison pour ne pas admettre que le mouvement qui emporte en dehors des vaisseaux le plasma et les globules blancs fût l'effet d'une attraction exercée par les produits bactériens.

» J'ai démontré que l'un de ces produits bactériens, par son action générale sur l'économie, rend impossible l'acte dominant de l'inflammation, la diapédèse. Charrin et Gamaleïa ont complété la démonstration en établissant qu'il s'oppose également à l'issue du plasma et à la dilatation vasculaire inflammatoire. Charrin et Gley ont donné l'interprétation de ces faits en prouvant que cette substance paralyse le centre vaso-dilatateur. Cette substance qui, par son action sur le système nerveux, modère ou empêche la dilatation vasculaire active, je la nomme *anectasine*.

» L'anectasine qui, par son action générale, empêche la diapédèse locale, par quelque procédé qu'on cherche à la provoquer, est une substance qui paralyse le centre vaso-dilatateur et qui, pour cette raison, empêche la congestion inflammatoire et l'œdème inflammatoire. J'ai pensé que c'est aussi en tant que substance paralysante du centre vaso-dilatateur qu'elle s'oppose à la diapédèse. Hertwig, puis Massart et Bordet ont admis, au contraire, que cet effet serait dû à l'action attractive de cette substance sur les globules blancs. Si, d'après ces auteurs, elle est sécrétée par les microbes dans un tissu, en dehors des vaisseaux, elle oblige par attraction les leucocytes à sortir des vaisseaux. Si elle est introduite dans le système vasculaire, elle y retient les leucocytes et les empêche de sortir, par quelque procédé qu'on cherche à provoquer leur diapédèse. Mes expériences, dans ce qu'elles ont de fondamental, ont été vérifiées : on leur donne une interprétation radicalement différente de la mienne. Elles pourraient se prêter à cette double interprétation si je n'avais empêché la diapédèse qu'en

---

([1]) *Semaine médicale*, 15 avril 1891.

introduisant l'anectasine par la voie intra-veineuse; mais j'ai obtenu les mêmes effets par l'injection sous-cutanée, tantôt en l'introduisant loin du lieu inoculé, tantôt en la déposant dans le foyer même où, suivant l'hypothèse de Massart et Bordet, se trouvaient mélangées les substances attractives sécrétées dans le tissu par les microbes et celles que des microbes de même espèce avaient sécrétées *in vitro*. Leur abondance, en ce point, étant beaucoup plus considérable que dans le sang, la diapédèse aurait dû s'effectuer; or elle fait défaut comme dans le cas d'injection intra-veineuse, avec des différences d'intensité et de rapidité qui sont semblables à celles qu'on observe pour tout autre poison du système nerveux suivant qu'on l'introduit sous la peau ou dans les veines.

» A ces expériences on objecte que l'obstacle à la diapédèse a été dû à l'excès même des substances attractives qui, lorsqu'elles sont trop concentrées, deviennent répulsives. Mais, dans la série des expériences que j'ai publiées, il en est où l'anectasine sécrétée par un microbe a été introduite dans le sang en telle quantité qu'elle aurait dû être répulsive, qu'elle aurait dû être incapable de retenir les leucocytes à l'intérieur du système vasculaire; or, pendant ce temps, un autre microbe inoculé, qui, sans doute, sécrétait hors des vaisseaux d'autres matières attractives capables de solliciter la sortie des leucocytes, ne parvenait cependant pas à provoquer la diapédèse.

» Si l'anectasine empêche la sortie du plasma et des globules blancs, elle empêche aussi la sortie des globules rouges auxquels on n'attribue pas l'irritabilité chimiotaxique; elle arrête les hémorrhagies et produit l'hémostase ischémique. Je l'ai constaté chez l'homme dans cinq cas d'hémoptysie et dans trois cas d'hémorrhagie intestinale.

» L'anectasine n'intervient pas dans les processus inflammatoires, à moins que ce soit à titre de modérateur ou d'agent inhibitoire; et, à ce point de vue, elle pourra prendre sa place parmi les médicaments antiphlogistiques et pour les maladies où l'inflammation locale n'est pas une sauvegarde contre l'infection générale. Il est une autre substance bactérienne dont l'action générale est excitante pour le centre vaso-dilatateur, et amène, dans les régions d'où part une irritation, une congestion réflexe plus énergique, une exsudation séreuse plus abondante, une diapédèse plus intense. Dans certains organes, tels que les reins, les poumons, la rétine, son action vaso-dilatatrice peut même devenir manifeste sans provocation. Cette substance, antagoniste de l'anectasine, je la nomme *ectasine*. C'est dans la tuberculine de Koch que je l'ai découverte; mes

recherches sur ce point datent de novembre et décembre 1890 ; elles ont fait l'objet d'un bon nombre de mes leçons d'avril, mai et juin 1891. Elles avaient déjà été indiquées en substance dans deux publications. Dans le numéro de janvier 1891 des *Archives de Physiologie*, p. 151, Charrin et Gley, à l'occasion d'une expérience faite le 24 novembre 1890, émettent cette opinion que, à côté des substances paralysantes du centre vaso-dilatateur, il y aurait, dans les produits sécrétés par le bacille pyocyanique, d'autres substances qui faciliteraient les réactions vaso-dilatatrices. Ils ajoutent :

» Il n'est que juste de dire ici que c'est là une conception à laquelle M. Bouchard est arrivé de son côté et qu'il a eu l'occasion de communiquer à l'un de nous, il y a quelques mois, à propos d'expériences qu'il a lui-même instituées sur ce point. M. Bouchard avait été amené à penser, en effet que, parmi les produits sécrétés par un microbe donné, à côté des substances qui entravent la diapédèse, il peut se trouver d'autres substances qui la favorisent. Ajoutons que *des expériences toutes récentes l'autorisent à être désormais affirmatif*.

» J'ai moi-même écrit ce qui suit (*Semaine médicale*, 15 avril 1891) :

» J'ai tendance à croire que certaines bactéries, parmi celles au moins qui provoquent l'inflammation locale, sécrètent des substances qui, absorbées, produisent dans le centre nerveux, et particulièrement dans les centres vaso-dilatateurs un état d'excitabilité qui rendra plus intense la dilatation vasculaire partout où elle sera sollicitée par voie réflexe, et, en particulier, dans la zone envahie par les microbes qui sécrètent cette substance. La Physiologie connaît de telles matières ; *j'en connais une au moins qui est d'origine bactérienne*. Cette substance serait absolument antagoniste et *s'est montrée expérimentalement antagoniste* d'une autre substance (l'anectasine).

» M. Arloing (*Comptes rendus*, 7 septembre 1891) a confirmé tous ces résultats en expérimentant avec les produits d'un autre microbe, le staphylocoque, et en instituant des expériences totalement différentes des miennes. Malgré la différence des moyens de recherches, les résultats sont absolument concordants.

» Mon opinion s'est formée d'abord par l'examen des faits expérimentaux, puis cliniques, publiés par Koch, puis par les médecins qui ont appliqué chez l'homme les injections de cet extrait des cultures du bacille tuberculeux qu'on nomme aujourd'hui la *tuberculine*. Indépendamment de la fièvre qui est l'un des éléments qu'on appelle improprement la *réaction de la tuberculine*, et qui prouve simplement que le bacille tuberculeux sécrète une de ces matières pyrétogènes d'origine microbienne, dont Charrin et Rüffer ont donné la première démonstration en injectant les cultures

stérilisées du bacille pyocyanique, il y a des effets locaux consécutifs à l'intoxication générale et apparaissant surtout au niveau des lésions tuberculeuses. Ces effets, Koch les a interprétés d'autre sorte. Ils montrent, à mon sens, que la tuberculine contient une substance dont l'absorption générale provoque, au niveau des lésions locales tuberculeuses, la dilatation vasculaire, l'exsudation séreuse, la diapédèse des leucocytes. Elle produit aussi ces effets quand l'irritation locale n'est pas de nature tuberculeuse, au niveau de nodosités lépreuses ou de lésions simplement inflammatoires, mais moins communément et avec moins d'intensité, sans doute parce que, dans les cas de tuberculose, les bacilles sécrètent une certaine quantité de cette substance qui ajoute ses effets à ceux de la tuberculine injectée.

» J'ai reconnu que, chez les lapins sains, la tuberculine provoque l'albuminurie, l'hématurie, la peptonurie; j'ai constaté chez eux la congestion rénale et pulmonaire; on a observé, chez les mêmes animaux sains, la congestion pulmonaire avec diapédèse, de véritables pneumonies catarrhales.

» Dans des observations multipliées que j'ai faites avec Galezowski, nous avons reconnu, toujours chez le lapin normal, une notable dilatation des vaisseaux de la papille du nerf optique. Cet effet, qui se maintient pendant plusieurs jours, prouve qu'il y a dans la tuberculine une substance dont l'action générale est capable de provoquer partout la dilatation vasculaire avec exsudation et diapédèse, mais surtout dans les régions où ces effets sont sollicités par une irritation locale; qu'elle produit donc une excitabilité exagérée du centre vaso-dilatateur; qu'elle est par conséquent antagoniste de l'anectasine qui paralyse ce centre vaso-dilatateur.

» J'ai démontré cet antagonisme chez des animaux auxquels la tuberculine avait dilaté les vaisseaux rétiniens et auxquels j'injectais l'anectasine dans les veines. J'ai constaté avec Galezowski que, en une minute, l'anémie de la papille avait remplacé l'hypérémie; mais, au bout d'une demi-heure, l'anectasine cessant d'agir, l'ectasine contenue dans la tuberculine reprenait le dessus et la dilatation des vaisseaux du fond de l'œil reparaissait avec plus d'intensité qu'auparavant.

» Le bacille de Koch sécrète donc une substance qui excite le centre vaso-dilatateur. Les expériences de Charrin et Gley tendent à faire admettre qu'une substance analogue est sécrétée par le bacille pyocyanique. Les expériences d'Arloing prouvent qu'un des produits du staphylocoque possède la même action physiologique. »

BOTANIQUE. — *Contribution à l'histoire botanique de la Truffe* (quatrième Note). — *Kamés de Bagdad* (Terfezia Hafizi *et* Terfezia Metaxasi) *et de Smyrne* (Terfezia Leonis); par M. **Ad. Chatin.**

« La présente Note a pour objet des Truffes qui, sous le nom de *Kamés* [1], sont vendues sur les marchés de Bagdad et de Smyrne. Comme on va le voir, elles appartiennent à des espèces tout autres que celles auxquelles nous avons rapporté les Kamés de Damas.

» A. *Kamés de Bagdad.* — Le 15 mai 1891, je recevais de M. Grizard, agent général de la Société nationale d'Acclimatation, la lettre dont voici un extrait :

» M. Pailleux, vice-président de notre Section des végétaux, nous a dernièrement présenté des échantillons de Truffes (?), blanches et noires (??), qui lui avaient été envoyées de Bagdad par M. Metaxas. La Section a pensé, Monsieur, que ces produits pouvaient offrir pour vous quelque intérêt et elle m'a chargé de vous les remettre, vous priant en même temps de vouloir bien lui faire connaître le résultat de votre examen..... »

» La lettre de M. Grizard était accompagnée de deux petites boîtes, contenant des Truffes dites : les unes (n° 1), *Truffes blanches*, les autres (n° 2), *Truffes noires*.

» Toutes ces Truffes, disposées dans de la sciure de bois, sont arrivées bien saines, mais sèches et déformées. Elles me parurent, à première vue, être les analogues des Kamés de Damas et des Terfaz d'Algérie, ce qu'a confirmé l'examen microscopique. Toutes deux, en effet, appartiennent au genre *Terfezia*, qui comptera peut-être bientôt autant d'espèces dans les régions sahariennes d'Afrique et d'Asie que notre *Tuber* dans les pays plus tempérés de l'Europe, où, d'ailleurs, se mêlent aux *Tuber*, dans la partie

---

[1] Les noms de *Kema, Khama, Tamer, Thama*, qu'on trouve dans Avicenne et les médecins arabes, sont l'origine des mots *Kamé* ou *Kammé*, donnés dans l'Asie occidentale aux Truffes connues en Afrique sous les noms de *Terfaz, Terfez, Terfex;* en Espagne, sous celui de *Tammer*.

Récemment l'Italie présentait à la Douane française, sous le nom de *Kamé*, des Truffes qui me furent communiquées par M. le professeur Riche; elles n'étaient autres que nos Truffes blanches d'été (*Tuber æstivum, T. mesentericum*, avec *T. uncinatum* non mûr), à péridium portant de grosses verrues noires.

austro-occidentale, avec le *Terfezia Leonis*, quelques autres rares et minuscules espèces du même genre.

» Les deux spécimens de Bagdad sont, en réalité, fort peu différents l'un de l'autre par la coloration, le n° 2 ne justifiant pas la qualification de *Truffe noire*, qui lui est attribuée. Ils diffèrent cependant trop dans leur constitution intime pour ne pas être chacun l'objet d'une étude spéciale.

» N° 1. Les tubercules, assez petits, et de poids, à l'état sec, de 5^{gr} à 7^{gr}, devaient peser, à l'état frais, de 25^{gr} à 40^{gr}. Leur forme, comme pour les Kamés de Damas, n'est pas sans analogie avec celle des Figues blanches d'Argenteuil.

» Le *péridium*, uni et sensiblement incolore, présente de nombreuses rentrées, dues, au moins la plupart, à la dessiccation. Comme le péridium, la *chair* ou gleba est presque blanche.

» Les *sporanges* sont généralement arrondies et pourvues d'un court pédicule. Les *spores*, au nombre de huit dans chaque thèque ou sporange, sont rondes et assez petites, leur diamètre ne dépassant pas 20^{mm}, et à réseau bien plus fin que dans le *Terfezia Boudieri* et sa variété *arabica*, chez lesquels les spores ont d'ailleurs 22^{mm} de diamètre.

» Il n'est pas douteux qu'il n'y ait, dans le n° 1 de Bagdad, non une simple variété du *Terfezia Boudieri* à rapprocher de l'*arabica*, mais une bonne et authentique espèce, à laquelle je donne le nom de *Terfezia Hafizi*, heureux de la dédier au pharmacien distingué Ben-Hafiz, de Biskra, mon zélé correspondant (et aussi celui du Muséum), à qui la Science doit, avec de nombreux animaux du désert, la découverte du *Terfezia Boudieri*, du *Tirmania africana*, et celle, si inattendue, du Kamé de Damas (*Terfezia Claveryi*), à 400^{km} au sud de Biskra.

» Le *Terfezia Hafizi* formait à peu près les neuf dixièmes des Kamés de Bagdad, le reste se rapportant au n° 2, lequel constitue, lui aussi, une espèce nouvelle.

» N° 2. Le Kamé n° 2 de Bagdad, indiqué dans l'envoi comme étant noir, est, en réalité, d'un blanc faiblement teinté de gris jaunâtre.

» Les tubercules, qui, à l'état sec, pèsent, comme ceux du *Terfezia Hafizi*, de 5^{gr} à 7^{gr}, sont plutôt arrondis qu'en forme de figue.

» Le *péridium* est blanchâtre et à surface unie. La *chair*, un peu plus teintée de jaune que le *péridium*, se présente assez homogène.

» Les *spores*, au nombre de six seulement (ou moins) dans chaque thèque, jamais (?) de 8, sont volumineuses, et leur diamètre, qui atteint de 30^{mm} à 32^{mm}, n'est égalé, dans les *Terfezia*, que par ceux du *Terfezia*

oligosperma, lequel ne compte, d'ailleurs, que deux spores par thèque. Ces spores, qui donnent à la chair leur teinte d'un gris jaunâtre, sont hérissées de grosses verrues tronquées, rappelant, comme celles du *Terfezia Leonis,* la forme de dents d'engrenage; mais, caractères essentiels, ces verrues, sensiblement plus allongées et moins grosses, moins trapues que dans le *Leonis,* sont plus ou moins entremêlées de verrues plus effilées ou même aciculées et papilloïdes : c'est dans ce revêtement de la spore et son grand diamètre que se trouvent les caractères essentiels de l'espèce. Le nom de *Terfezia Metaxasi*, que je propose pour celle-ci, est celui du naturaliste distingué, auteur d'une intéressante monographie des Moutons, Chèvres, etc. de l'Asie, qui a envoyé les Truffes de Bagdad à la Société nationale d'Acclimatation de Paris.

» Le *Terfezia Metaxasi* touche, par les grosses verrues de ses spores, au *Terfezia Leonis;* mais, dans celui-ci, ces verrues sont plus courtes, et les petites très rares ou nulles; le diamètre des spores ne dépasse pas, d'ailleurs, 24^{mm} à 25^{mm}.

» On pourrait trouver aussi, au *Terfezia Metaxasi,* quelques points de contact avec le *Terfezia leptoderma;* mais, dans celui-ci, les verrues sont uniformément fines et le diamètre des spores n'est que de 16^{mm} à 19^{mm}, etc.

» B. *Kamé de Smyrne.* — Au mois de juin dernier, M. G. Heuzé, inspecteur général honoraire et mon savant confrère à la Société nationale d'Agriculture, voulait bien me confier l'examen d'une Truffe envoyée de Smyrne, où elle est l'objet de ventes importantes au modique prix de 20^c à 30^c le kilogramme. L'expéditeur serait disposé à fournir de cette Truffe, très abondante dans quelques vilayets des environs de Smyrne, le marché de Paris ([1]).

» A peu près du volume d'un œuf, de forme généralement arrondie et d'une couleur presque blanche, les tubercules de Smyrne ne sont pas une nouveauté pour les botanistes. Mais, si leur étude n'a pas offert l'attrait d'une espèce inédite, elle n'a pas été sans intérêt pour la Géographie botanique et l'histoire du développement de celui des Terfaz, que Tulasne regardait comme la seule espèce d'Afrique et d'Asie ([2]).

([1]) Comme les Terfaz d'Algérie, le Kamé de Smyrne se consomme mêlé aux viandes, aux œufs, cuit au beurre ou à l'huile, etc.

([2]) M. Tulasne dit, en effet : « En Algérie, c'est le Terfex (*Terfezia Leonis*) qui paraît remplacer seul toutes les Truffes comestibles de l'Europe occidentale. » Il ajoute que les Truffes de Bagdad et de Damas, dont ont parlé Olivier et Chabrier, sont aussi, sans doute, son *Terfezia Leonis*.

» En effet, la Truffe, si commune à Smyrne, n'est autre que le *Terfezia Leonis*, d'Algérie, où il serait cependant assez rare, au moins dans le centre et la région sud, pour ne s'être trouvé dans aucun des envois de Terfaz qui m'ont été faits depuis deux ans, à ce point qu'on eût pu mettre en doute son existence, sans la juste confiance qui s'attache aux observations et dessins de Tulasne ([1]).

» La Truffe de Smyrne est bien et très sûrement le *Terfezia Leonis*, à spores relevées de grosses et courtes verrues, verrues le plus souvent toutes semblables, sans mélange d'autres plus ténues, ce qui suffirait à distinguer le *Terfezia Leonis* du *Terfezia Metaxasi* de Bagdad.

» On peut d'ailleurs, considérant que c'est dans la région nord de l'Asie Mineure que le *Terfezia Leonis* est commun, qu'on le trouve en Sicile, près de Naples, et en Espagne, conjecturer que c'est aussi au nord de l'Algérie qu'il pourra être utilement recherché.

» La Truffe de Smyrne présente ainsi un réel intérêt pour la Géographie botanique. Mais ce n'est pas tout : un certain nombre des spécimens qui m'avaient été remis par M. Heuzé n'étant pas arrivés à maturation, j'ai pu en suivre l'évolution. Dans quelques-uns, les thèques, de formation très récente, étaient encore vides de spores; en d'autres, les spores se montrent, mais leur surface est toujours lisse; dans quelques-uns, les verrues encore très courtes, mais déjà à peu près aussi larges que celles des spores complètement mûres, ne rappellent en rien les fines verrues du *Terfezia Boudieri*, bien vues et figurées par Tulasne, qui les prit pour l'état jeune de son *Terfezia Leonis*. C'est là un point complètement élucidé par la série d'observations faites sur les tubercules, à divers états de développement, venus de Smyrne.

» Voici d'ailleurs ce que m'écrivait à ce sujet M. Boudier, l'un de nos plus éminents mycologues, en m'adressant les admirables dessins du tubercule et des spores à divers âges, dessins faits par lui à la chambre claire, que je mets sous les yeux de l'Académie.

» .... J'ai bien reçu vos deux spécimens A et B de Terfaz de Smyrne. Ils appartiennent manifestement à la même espèce, le *Terfezia Leonis* Tul. L'un, très jeune encore, a les spores à peine formées, la plupart des thèques étant encore vides; c'est votre n° B. L'autre, plus gros et adulte, les a toutes en bon état de maturation, c'est votre n° A; mais les jeunes spores ne ressemblent en rien à celles que Tulasne figure comme des jeunes et dont vous avez fait votre *Boudieri*.... J'ai pu suivre la spore

---

([1]) J'ai pu d'ailleurs examiner dans les Collections du Muséum le tubercule (recueilli par Jurien de Maisonneuve) qui a servi aux études de Tulasne.

depuis son premier aspect complètement lisse jusqu'à celui où elle présente ces grosses verrues qui lui donnent un contour en *dents d'engrenage*, suivant votre expression assez juste, et dans aucun cas je n'ai vu la forme que présente celles du *Terfezia Boudieri*...

» Si maintenant, donnant ici une simple mention aux *Terfezia berberidiodora*, *leptosperma*, *olbiensis et oligosperma* du midi de la France, au *Terfezia castanea* de la Franche-Comté, petites espèces sans aucun emploi, nous récapitulons l'état présent de nos connaissances sur les Terfaz d'Afrique, Kamés de l'Asie occidentale, nous arrivons à la série suivante :

» 1. *Terfezia Leonis* Tul., regardé, jusqu'à nos recherches, comme le seul Terfaz d'Afrique, où, en réalité, il est assez rare, tandis qu'il est fort répandu en Asie, aux environs de Smyrne;
» 2. *Terfezia Boudieri* Ch., l'une des espèces les plus communes en Algérie;
» 3. *Terfezia Boudieri* var. *arabica*, de Damas;
» 4. *Terfezia Claveryi* Ch., de Damas et du sud de l'Algérie;
» 5. *Terfezia Hafizi* Ch., qui paraît être le plus commun des Kamés de Bagdad;
» 6. *Terfezia Metaxasi* Ch., aussi de Bagdad.

» Bien que, suivant toutes les probabilités, l'ère des découvertes de nouveaux Terfaz ou Kamés d'Afrique et d'Asie ne soit pas close, le nombre de leurs espèces connues suffit à autoriser quelques comparaisons entre eux et nos Truffes d'Europe, parmi lesquelles nous viserons plus spécialement, comme les plus importantes, la Truffe de Périgord (*Tuber melanosporum*) et la Truffe de Bourgogne-Champagne (*Tuber uncinatum*). C'est ce que nous allons essayer de faire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Trombe observée aux Comores.* Mémoire de M. DE LA MONNERAYE, présenté par M. Faye. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, Mascart, H. Becquerel.)

« Ces trois observations présentent des caractères généraux évidents :
» 1° Des courants d'air différents de vitesse et de direction, prenant contact commun dans la zone nuageuse;
» 2° Le cycle apparent parcouru par le phénomène commence et finit dans le nuage;
» 3° On observe une gaine transparente;

» 4° Une cage de vapeurs noires, filées;

» 5° Un affouillement marin ou buisson.

» Les mouvements *observés* sont :

» 1° Un mouvement vermiculaire de la gaine transparente;

» 2° Un mouvement de rotation des vapeurs de la cage;

» 3° Un mouvement ascendant de ces vapeurs;

» 4° Un mouvement descendant des vapeurs à l'intérieur de la gaine;

» 5° Le mouvement du buisson comme un jet d'eau (probablement en rotation);

» 6° Enfin les mouvements verticaux à la partie supérieure du nuage, au-dessus de la trombe. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les causes originelles des cyclones et sur leurs signes précurseurs*. Mémoire de M. **Le Goarant de Tromelin**, présenté par M. Faye. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, Mascart, H. Becquerel).

« Cinq ou six jours avant l'arrivée d'un cyclone, on observe des cirrus avant-coureurs.

» Ces tempêtes marchant en moyenne 10 milles par heure sur la surface terrestre, c'est donc 24 degrés environ qu'elles auront à parcourir, avant que l'observateur qui aperçut les cirrus reçoive les premières rafales.

» Si l'on trace sur un méridien développé la coupe d'un cyclone, comme l'a fait M. Faye l'année dernière, on sera frappé de l'énorme épanouissement du pavillon, si l'on essaye de se faire une échelle basée sur les signes précurseurs.

» L'auteur montre que la discussion de ces pronostics prouve que l'origine du mouvement de translation doit être recherchée dans les couches supérieures; qu'on ne saurait supposer une inclinaison sensible à l'axe du tourbillon, à cause de l'épanouissement énorme du pavillon; que la théorie descendante de l'air dans les cyclones ne peut faire monter sensiblement le baromètre, en dehors de l'abaissement produit par la raréfaction de l'air amené des couches élevées; que, dans la théorie de l'aspiration, les signes précurseurs ne se produisent plus de la même façon; enfin, que l'on doit repousser aussi comme cause probable, dans la théorie aspiratoire, les condensations de vapeur d'eau s'opérant sur de grandes régions, car alors, à l'équateur, il y aurait constamment des cyclones.

» Dans la seconde partie de son Mémoire, l'auteur, examinant les époques et les régions où les tempêtes tournantes prennent naissance, montre que *les cyclones à grand trajet prennent naissance dans les zones où l'alizé de l'hémisphère opposé pénètre ;* qu'ils sont causés par une crue aérienne, provenant de l'autre hémisphère, par suite de l'inégal partage des limites normales de circulation, et déterminée par le retard que met l'alizé ou la mousson à suivre le mouvement du soleil; enfin, que l'élargissement du diamètre qu'embrasse la tempête à la surface, à mesure que son trajet s'allonge, est dû à l'abaissement de la couche entraînante, sur laquelle flotte le pavillon, et qui produit par des sections de plus en plus larges cet agrandissement : c'est là une des causes de l'extinction de ces météores, dont nos contrées sont souvent protégées par les hautes pressions hivernales qui règnent sur le continent et les dévient vers le nord.

» L'auteur indique aussi le mécanisme du sens de leur rotation et le trajet qu'ils doivent suivre, qui est celui des plus basses pressions voisines, où se déverse le trop-plein de la crue accidentelle mentionnée plus haut. »

M. **A. Brousset** adresse un Mémoire relatif à un système de chauffage à l'essence minérale, évitant les explosions.

(Renvoi à la Commission du Concours Montyon, Arts insalubres.)

M. **E. Muller** adresse, par l'entremise de M. Marey, un Mémoire relatif à la locomotion aérienne : analyse et synthèse.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la pile.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Darboux.

« M. H. Gilbault a communiqué à l'Académie, dans la séance du 12 octobre, le résumé d'un important Travail sur la *Variation de la force électromotrice des piles avec la pression*. Dans ce Travail, M. H. Gilbault vérifie par l'expérience une formule à laquelle on arrive, dit-il, en s'inspirant des idées émises par M. H. von Helmholtz dans sa théorie de l'énergie libre.

» En réalité, cette relation se déduit, non pas de la relation admise par M. H. von Helmholtz entre la force électromotrice d'une pile et l'énergie libre, relation qui est incomplète, mais de la relation plus complète donnée par M. J.-W. Gibbs (avant les Mémoires de M. H. von Helmholtz *Zur Thermodynamik chemischer Vorgänge*) entre la force électromotrice et le potentiel thermodynamique total.

» Cette relation, que vérifie M. H. Gilbault, se trouve, pour la première fois, dans les articles sur la théorie de la pile que M. J. Moutier a eu l'obligeance de rédiger d'après mes manuscrits et de publier, en 1884, dans le journal la *Lumière électrique*, en mentionnant ma collaboration. Je l'ai publiée ensuite, en 1886, dans mon Livre sur le *Potentiel thermodynamique* (p. 117) et, plus récemment, au Tome I de mes *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme* (p. 548).

» On m'excusera, je pense, d'avoir voulu revendiquer cette relation, à laquelle les belles expériences de M. Gilbault donnent une si heureuse confirmation. »

PHYSIQUE. — *Remarques expérimentales sur une catégorie de phénomènes capillaires, avec application à l'analyse des liquides alcooliques et autres.* Note de M. **Émile Gossart**, présentée par M. Mascart.

« Les nouveaux résultats que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sont une conséquence de recherches antérieures sur la forme des gouttes caléfiées. Elles m'avaient fourni une caractéristique géométrique de l'état dit *sphéroïdal*, soit un angle de raccordement de 180° et le rapport $\sqrt{2}$ pour les distances de l'ombilic à la base et au plan équatorial de la goutte; par suite aussi une caractéristique physique, soit un équilibre entre deux forces: la pression hydrostatique et la tension superficielle constante tout autour de la goutte.

» La condition nécessaire et suffisante pour la production des sphéroïdes est donc de les soustraire à l'action du support et de les maintenir enveloppés par un fluide qui, sans être physiquement uniforme, ait une action capillaire uniforme sur leur surface. Or, une couche de vapeur infiniment mince devant y suffire *a priori*, j'ai repris d'abord l'étude des températures minima des plaques à caléfaction.

» I. Températures minima des plaques a caléfaction. — Je me suis servi du pyromètre de M. Le Chatelier pour mesurer, à 3° près environ, la température décroissante des

plaques chaudes. Sur le platine, qui se polit très mal, j'ai toujours retrouvé les nombres de Boutigny. Mais sur l'argent et l'or, extrêmement polis, j'ai pu voir les sphéroïdes se conserver bien au-dessous de leur point d'ébullition (eau sur plaque à 80°) pour se raccorder ensuite avec le support sous un petit angle. De là, deux conséquences :

» 1° Suppression théorique des explosions par cessation de caléfaction, lesquelles ne sont qu'un accident dû aux aspérités ; 2° suppression aussi de l'inégalité de température entre la goutte et la plaque, regardée par Boutigny comme caractéristique de l'état sphéroïdal.

» La possibilité de réaliser cet état à froid fait prévoir les deux groupes de faits suivants :

» II. Caléfaction par voie humide. — Par de nombreuses expériences et mesures, dont je ne puis qu'indiquer ici quelques-unes, j'ai pu reconnaître ce fait général :

» Si on laisse tomber dans un liquide, au-dessus d'un support poli, des gouttes de plus grandes densité et tension superficielle, on obtient des sphéroïdes durables, en tout pareils à ceux de Leidenfrost.

» *Exemples :* 1° Large goutte de mercure dans eau, alcool, solutions salines, etc., sur or poli.

» La plaque d'or n'est pas attaquée pendant près d'une demi-heure.

» La plaque et la goutte intercalées dans un courant l'interrompent tout ce temps.

» Les hauteurs fondamentales sont bien a et $a\sqrt{2}$, d'après mes mesures par le procédé de M. Lippmann et la discussion des mesures de M. Quincke.

» La mobilité du globule le distingue bien aussi de la goutte de mercure à l'air libre.

» 2° Goutte d'eau, colorée par la fuchsine dans $C^{20}H^{16}$ resté incolore sur le mercure.

» On a entre le support et la goutte un intervalle transparent.

» 3° Gouttes d'alliage Darcet roulant sur lui-même dans la paraffine fondue.

» C'est bien une lame mince de paraffine qui isole ces sphéroïdes qu'on a pu solidifier et détacher du culot sous-jacent.

» Dans le cas contraire d'un milieu de plus grande tension que la goutte, l'état de caléfaction ne subsiste pas, puisque la goutte crève la membrane liquide qui la sépare du support, comme une trace d'éther crève une lame d'eau de savon.

» Mais l'on peut aussi isoler des sphéroïdes, à température ordinaire, par la mince couche de vapeur qu'ils émettent à l'air libre.

» III. Roulement des liquides les uns sur les autres, a température ordinaire. — Pour prouver que ce roulement est bien dû, comme dans le phénomène de Leidenfrost, à un matelas très mince de vapeur, je citerai quelques exemples :

» L'acide sulfurique de Nordhausen roule très bien à froid, l'acide sulfurique ordinaire très bien à 100°, mais à peine à froid (course de quelques millimètres par action secondaire d'un peu d'air condensé peut-être) et plus du tout dans le vide où les autres liquides, au contraire, roulent mieux qu'à l'air libre ; l'éther roule mieux à 0° qu'à 20°. La viscosité favorise le roulement en conservant le lit de vapeur comme elle conserve les bulles de savon.

» Mais cette étude du roulement des liquides peut se résumer en quelques faits généraux, qui forment en quelque sorte les principes d'une méthode d'analyse pour les mélanges liquides.

» IIIbis. Méthode d'analyse des mélanges liquides (appliquée surtout jusqu'ici aux liqueurs alcooliques). — *Premier principe.* Tout liquide peut être amené à rouler en gouttes sur lui-même, grâce au matelas de vapeur qui sépare la goutte du support.

» On laisse pour cela la goutte tomber de 1^{mm} de hauteur sur le ménisque concave des bords du vase. A cause des petites dimensions de ce ménisque, on prend avec avantage un vase particulier, à faces angulaires, donnant un ménisque à profil hyperbolique. On rend le liquide visqueux par acide citrique, glycérine, etc.

» *Deuxième principe.* — Étant donnés deux liquides *purs* différents, les gouttes de l'un ne roulent *jamais* sur l'autre, parce que le matelas de vapeur est absorbé instantanément par le support.

» *Troisième principe.* — Si le liquide de support contient une impureté, cette impureté, prise comme goutte-réactif, roulera sur ce support, qui, saturé par cette vapeur impure se refuse à en absorber une nouvelle dose et respecte le matelas protecteur.

» Il y a ainsi analyse par roulement du semblable sur le semblable, par homotropie, si l'on veut, et les impuretés se décèlent d'elles-mêmes.

» *Quatrième principe,* pour analyse quantitative *précise.*

» Dans le cas d'un réactif déterminé (alcool vinique, par exemple, rendu visqueux et mélangé à une dose fixe de l'impureté), il y a roulement limité par une dose précise $\frac{1}{n}$ de cette impureté dans la liqueur d'essai : la moitié des globules plongent, les autres roulent à faible course. Il y a roulement général ou roulement nul, si la dose devient de $\frac{1}{20}$ environ plus grande ou plus faible.

» *Cinquième principe,* pour analyse quantitative *simple* et *sensible.*

» On peut modifier, à volonté, graduellement et jusqu'à toute limite la sensibilité du réactif-gouttes, en y diminuant la proportion de l'impureté, de façon qu'il révèle au choix $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$, ... et même $\frac{1}{500}$ de l'impureté à doser.

» *Sixième principe,* pour application aux mélanges.

» Vis-à-vis de son réactif (goutte roulante), chaque impureté dans un mélange se comporte comme si elle était seule.

» Avec des réactifs au $\frac{1}{100}$, en diluant 1^{cc} du liquide impur dans n^{cc} du liquide pur, on mesurera donc les n centièmes de chaque impureté. Pour les millièmes et fractions de millième des impuretés alcooliques, on concentrera séparément d'abord les impuretés de tête et celles de queue dans un rapport donné par une rectification avec diphlegmateur.

» L'exposé succinct de cet ensemble de faits (dont je dois la meilleure partie aux conseils suggestifs qu'a bien voulu me prodiguer M. Ditte) peut encore se résumer ainsi :

» 1° Au point de vue théorique, on voit que rien d'essentiel ne distingue les trois sortes de gouttes étudiées ci-dessus et qu'elles semblent former une catégorie bien déterminée de gouttes capillaires. Ces gouttes, dites, peut-être à tort, sphéroïdales ou en caléfaction, qui ont une tension super-

ficielle constante, une pression capillaire et courbure moyenne continûment variables trouvent leur place entre :

» 1° Les gouttes de Plateau à tension, pression capillaire et courbure moyenne constantes, et 2° les gouttes lenticulaires ou ordinaires (mercure sur verre), à plusieurs tensions superficielles, à pression capillaire et courbure moyenne discontinues, à angle de raccordement différent de 0°.

» Leur caractère le plus général serait de présenter en tous leurs points une sorte d'homotropie dans toutes les directions tangentielles à leur surface, une sorte d'*homotropie* toute *superficielle*.

» 2° Au point de vue pratique, on a ainsi une méthode générale d'analyse des mélanges liquides et spécialement « un procédé simple, sensible » et précis pour déterminer dans les spiritueux du commerce et les bois- » sons alcooliques la présence et la quantité des substances autres que » l'alcool éthylique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les bromostannates.* Note de **M. Leteur**, présentée par M. Troost.

« On connaît de nombreux composés doubles du bichlorure et du biiodure d'étain, mais on n'a décrit encore qu'un seul bromostannate, celui de potassium. J'ai essayé de combler cette lacune.

» Les bromostannates des métaux alcalins et du magnésium sont jaunes et bien cristallisés. Leur solution concentrée présente la même couleur, mais cette coloration disparaît pour un certain état de dilution de la liqueur. Les bromostannates anhydres, ceux de potassium et d'ammonium ne s'altèrent que dans l'air très humide, les autres au contraire sont très déliquescents.

» Leur solution concentrée peut être chauffée sans décomposition, mais, convenablement étendue, elle se trouble et dépose du bioxyde d'étain hydraté, avec formation d'acide bromhydrique.

» L'alcool les décompose lentement à froid, plus rapidement à chaud et la benzine est sans action sur eux.

» La méthode générale de préparation de ces composés consiste à mélanger les solutions concentrées des deux bromures et à évaporer le mélange dans le vide ou dans l'air sec.

» *Sel d'ammonium :* $SnBr^2, AzH^4Br$. — On l'obtient facilement en faisant dis-

soudre à chaud un équivalent de brombydrate d'ammoniaque dans la solution concentrée d'un équivalent de bromure stannique. Il se dépose par refroidissement des octaèdres jaune de soufre, qui, redissous dans l'eau, cristallisent par évaporation. Ils appartiennent au système cubique et sont inactifs à la lumière polarisée.

» Soumis à l'action de la chaleur, ce sel décrépite puis se volatilise en se décomposant partiellement.

» Il cristallise anhydre et a donné à l'analyse :

	I.	II.	Calculé pour $SnBr^2, AzH^4Br$.
Sn	18,83	18,71	18,61
Br	75,14	75,28	75,72
AzH^4	5,50	5,52	5,67
	99,47	99,51	100,00

» *Sel de sodium.* — Ce corps s'obtient en dissolvant des cristaux de bromure de sodium dans une solution concentrée de bromure stannique. En évaporant sur l'acide sulfurique, les parois du vase se recouvrent de prismes jaunes très réfringents du bromostannate $SnBr^2, NaBr + 6HO$.

» On essore sur une plaque poreuse pour absorber l'eau mère et l'on fait recristalliser.

» Ce corps est très déliquescent, mais, dans le vide ou sur l'acide sulfurique, il s'effleurit rapidement. Sous l'action de la chaleur, il fond d'abord, puis perd de l'eau et du bromure stannique.

» Les cristaux appartiennent au système du prisme clinorhombique et agissent énergiquement sur la lumière polarisée. L'extinction a lieu à environ 15° de l'axe d'allongement.

» L'analyse a donné :

	I.	II.	Calculé pour $SnBr^2, NaBr + 6HO$.
Sn	15,67	15,83	16,69
Br	63,60	63,62	63,83
Na	5,89	6,10	6,12
HO (par diff.)	14,84	14,45	14,36
			100,00

» *Sel de lithium.* — Il s'obtient par évaporation sur l'acide sulfurique d'un mélange d'équivalents égaux des deux bromures. On l'essore à l'abri de l'humidité sur des plaques de terre poreuse.

» Ce sont de petites aiguilles prismatiques jaunes, très réfringentes, mais qui absorbent l'humidité avec une rapidité telle, qu'il est difficile de les isoler pour l'analyse. Pour effectuer celle-ci, j'ai déterminé les rapports

$$\frac{(Br)}{(Sn)} = 2,999 \quad \text{et} \quad \frac{(Br)}{(Li)} = 3,03.$$

L'eau a été déterminée par un grand nombre de dosages directs qui ont donné des résultats très variables, le sel pouvant absorber en quelques instants plusieurs centièmes de son poids d'eau. Les proportions trouvées oscillent entre 14 et 19 pour 100. Les formules $SnBr^2LiBr + 6HO$ et $SnBr^2LiBr + 7HO$ exigeraient 17,07 et 15 pour 100. La composition moyenne rend très vraisemblable la formule $SnBr^2LiBr + 6HO$.

» Dans le vide et sur l'acide sulfurique, ces cristaux s'effleurissent, perdent de l'eau en donnant une poudre cristalline jaune citron, dont la composition tend vers $SnBr^2, LiBr + 5HO$. A partir de ce moment, ils se décomposent en donnant des vapeurs de bromure stannique et laissent une poudre blanche renfermant encore du brome. Les cristaux agissent énergiquement sur la lumière polarisée et paraissent appartenir au système orthorhombique.

» *Sel de magnésium.* — Si, dans une solution chaude et très concentrée de bromure stannique, on dissout du bromure de magnésium, on voit bientôt se déposer par refroidissement un précipité cristallin formé de petits cristaux jaune de soufre. La liqueur peut même se prendre en masse si la quantité d'eau est insuffisante. On essore rapidement sur une plaque de terre poreuse, on fait recristalliser et l'on sèche de nouveau sur l'acide sulfurique jusqu'à commencement d'efflorescence.

» Ce bromostannate de magnésium cristallise avec 10 molécules d'eau, il appartient au système clinorhombique et agit énergiquement sur la lumière polarisée. L'extinction a lieu à environ 60° de l'axe d'allongement du cristal. La forme ordinaire est le prisme présentant les faces g_1 et h_1 avec des modifications sur l'angle a. Les macles sont fréquentes.

» Soumis à l'action de la chaleur, il se décompose en donnant du bibromure d'étain, de l'eau et un résidu de MgBr. Très déliquescent, il s'effleurit cependant rapidement dans l'air sec.

» L'analyse a donné :

	I.	II.	Calculé pour $MgBr, SnBr^2 + 10HO$.
Sn	14,93	14,74	14,71
Br	59,30	59,53	59,85
Mg	2,95	2,98	2,99
HO (par différence)	22,82	22,76	22,45
			100,00

» Je poursuis l'étude des bromostannates alcalino-terreux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur de nouveaux oxychlorures ferriques cristallisés.* Note de M. G. Rousseau, présentée par M. Troost.

« Les solutions très concentrées de perchlorure de fer, renfermant au-delà de 80 pour 100 de Fe^2Cl^6, maintenues quelque temps à une température comprise entre 160° et 220°, donnent naissance à l'oxychlo-

rure ferrique cristallisé $2Fe^2O^3, Fe^2Cl^6, 3H^2O$. Ce composé, au contact prolongé de l'eau bouillante, subit une saponification progressive; il se transforme à la longue en un hydrate ferrique $(Fe^2O^3, H^2O)^3$ qui présente un isomorphisme complet avec l'oxychlorure générateur ([1]).

» J'ai poursuivi l'étude de la décomposition des solutions de chlorure ferrique aux températures supérieures à 220°. Les solutions renfermant de 85 à 90 pour 100 de Fe^2Cl^6 anhydre, préparées avec les précautions décrites dans ma première Note, ont été chauffées en tubes scellés avec un fragment de marbre ou de giobertite.

» Dans l'intervalle de température compris entre 225 et 280°, on obtient ainsi des lamelles d'un rouge brun, beaucoup plus volumineuses que celles de l'hydrate précédemment décrit, et dont la composition correspond à celle de l'oxychlorure anhydre $2Fe^2O^3, Fe^2Cl^6$.

» Entre 300 et 340°, on voit apparaître de grandes lamelles d'un noir brunâtre qui constituent un nouvel oxychlorure $3Fe^2O^3, Fe^2Cl^6$.

» Ces oxychlorures anhydres sont assez difficilement solubles dans les acides minéraux étendus. Chauffés pendant cent cinquante à deux cents heures dans l'eau bouillante, en présence du marbre, ils perdent tout leur chlore à l'état d'acide chlorhydrique, et se transforment par épigénie en sesquioxyde de fer d'une belle couleur mordorée. Cette décomposition lente est comparable à la saponification des éthers chlorhydriques par l'eau; on peut la représenter par l'équation générale

$$(Fe^2O^3)^n, Fe^2Cl^6 + 3H^2O = (Fe^2O^3)^{n+1} + 6HCl.$$

» D'après les déterminations optiques que je dois à l'obligeance de M. Fouqué, ces deux oxychlorures anhydres présentent les mêmes caractères cristallographiques que l'oxychlorure hydraté correspondant. Comme celui-ci, ils se présentent en prismes à extinction longitudinale, dont l'allongement est généralement négatif. Le plan de leurs axes optiques est transversal. La face d'aplatissement est perpendiculaire à la normale, et la bissectrice est positive.

» Il est probable qu'aux températures supérieures à 350° on obtiendrait une série de nouveaux oxychlorures du type $(Fe^2O^3)^n, Fe^2Cl^6$, dans lesquels on verrait croître régulièrement la proportion de Fe^2O^3 avec la température. Il aurait été intéressant de constater si, à mesure que l'oxyde

---

([1]) G. Rousseau, *Sur l'existence d'un hydrate d'oxychlorure ferrique cristallisé, et sur sa transformation en une variété dimorphe de la gœthite* (*Comptes rendus*, t. CX, p. 1032; 1890).

ferrique s'accumule dans la molécule, ces composés persistent à cristalliser dans le système orthorhombique, ou bien si, au voisinage du rouge, ils prennent la forme rhomboédrique, caractéristique du sesquioxyde de fer. Dans cette dernière hypothèse, la saponification de l'oxychlorure hexagonal au sein de l'eau bouillante permettrait sans doute de réaliser la synthèse de l'*hématite* par une voie nouvelle, et de déterminer du même coup le degré de polymérisation de cette espèce minérale. Ce serait là un moyen de résoudre, dans un cas particulier, le difficile problème de la condensation des oxydes métalliques, qu'aucune des méthodes connues n'a permis d'aborder jusqu'ici.

» Malheureusement, dès 440°, tous les tubes de verre que j'ai essayé de chauffer au bain de soufre ont éclaté. J'ai dû, par suite, renoncer provisoirement à continuer l'étude de cette question que j'espère pouvoir reprendre quelque jour. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du thallium.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« Dès les premières recherches faites sur le thallium, la faible solubilité de son protoiodure dans l'eau avait fait songer à utiliser ce composé comme mode de dosage du métal; et, en fait, l'expérience a prouvé que l'iodure est presque le seul sel qu'on puisse utiliser dans ce but. Il est, en effet, moins soluble que le bromure et le chlorure et stable même au delà de 100°, alors que le peroxyde et le sulfure, les deux composés les plus insolubles, s'altèrent déjà par dessiccation. Toutefois, l'insolubilité de l'iodure de thallium dans l'eau est insuffisante pour satisfaire au degré d'exactitude exigé en analyse. Ce n'est que si la liqueur renferme certains sels et surtout de l'iodure de potassium, ainsi que l'ont reconnu Lamy, Willm et Werther, que la solubilité de l'iodure de thallium est considérablement moindre ou nulle.

» Willm (1), qui a pratiqué cette méthode de dosage du thallium, dit que, cependant, *elle est loin d'être assez rigoureuse parce qu'une fraction de l'iodure se dissout toujours à la fin des lavages*. D'autre part, en indiquant des faits erronés, Werther (2) n'a pas affranchi le problème des incertitudes et des difficultés, qui subsistent encore entières.

(1) *Annales de Phys. et Chim.*, 4e série, t. V, p. 80.

(2) *Journal f. prakt. Chemie*, t. XCI, p. 385; t. XCII, p. 128 et 351; t. XCIII, p. 393.

» L'étude de la question m'a prouvé qu'en se soumettant à certaines règles, le dosage en poids du thallium peut pourtant se faire avec la plus grande exactitude. Ainsi :

» 1° Le reproche adressé par Willm que la méthode manque de rigueur n'est imputable qu'au mode opératoire de l'auteur, qui, à la fin, lave le précipité avec de l'eau distillée pour enlever l'iodure de potassium et dissout forcément de l'iodure thalleux.

» 2° On doit rejeter comme faux le fait avancé par Werther que cet iodure est insoluble dans l'eau ammoniacale; car, s'il est positif que l'acidité de la liqueur favorise la solubilité et qu'il vaut mieux opérer en liqueur neutre ou ammoniacale, il est également certain que la présence seule de l'ammoniaque est insuffisante pour obvier à la solubilité de cet iodure dans l'eau, et qu'on ne doit pas plus terminer le lavage avec de l'eau ammoniacale qu'avec de l'eau pure. Bien plus, la solubilité est même augmentée, ainsi que me l'ont prouvé des dosages comparatifs, si à la solution d'ammoniaque on ajoute un peu d'un sel ammoniacal, sulfate ou chlorure.

» 3° La solubilité dans l'alcool faible n'est pas aussi grande que Werther l'a indiqué; car si à 13° dans l'alcool à 85°, le coefficient de solubilité de l'iodure donné par Werther, $\frac{1}{56330}$, était exact, on aurait 11^{mgr} de thallium métallique par litre, et à cette concentration les sulfures alcalins donneraient de suite un précipité de sulfure. Or si avec de l'alcool marquant 78° à la température de 22° (1^{vol} d'eau et 3^{vol} alcool à 98°), on agite et laisse en digestion pendant vingt-quatre heures du protoiodure de thallium pur et fraîchement précipité, puis qu'on réduise le liquide filtré au $\frac{1}{5}$ de son volume par évaporation lente, la liqueur aqueuse qui reste ne se colore même pas par AzH^4S.

» Si à ces données j'ajoute que l'iodure thalleux est insoluble dans une solution d'iodure de potassium à 1 pour 100, ainsi que je m'en suis assuré, et que l'iodure de potassium est encore assez soluble dans l'alcool marquant 82° (4^{vol} d'alcool à 98° et 1^{vol} d'eau), on a toutes les conditions pour séparer la totalité du thallium contenu dans une solution saline.

» Quant à la précipitation, Willm recommande de la faire à froid et d'attendre douze heures avant de filtrer. Werther, au contraire, opère à chaud et filtre quelques heures après. La pratique m'a appris qu'il est préférable d'opérer à chaud vers 80°-90°. Le précipité se rassemble mieux, et l'adhérence du précipité au verre, signalée par Willm, est presque nulle. La seule précaution à prendre est de filtre raprès refroidissement, quand le

liquide est bien clair, et l'on peut hâter en plongeant le vase dans l'eau. Le précipité orangé, très fin tout d'abord, se transforme en une poudre jaune, cristalline et dense, qui passe plus difficilement au travers des filtres.

» De ces observations résulte une marche simple et rationnelle : on précipite le thallium à chaud par un excès d'iodure de potassium, en liqueur neutre, et de façon que le liquide renferme encore au moins 1 pour 100 d'iodure alcalin après la précipitation, ce qu'il est aisé d'obtenir en opérant avec une solution d'iodure de richesse connue. On filtre par décantation, on lave le précipité à diverses reprises avec une solution d'iodure de potassium à 1 pour 100 pour enlever les sels étrangers, et l'on achève avec de l'alcool marquant 80° à 82°. On décante le précipité sur le filtre et on sèche. Jamais l'ensemble des liqueurs filtrées, réduites à un petit volume, n'a donné de sulfure de thallium par un sulfure alcalin. Il va de soi qu'on s'est, au préalable, assuré que la totalité du sel de thallium est au minimum, sinon on le ramène à cet état à l'aide d'un peu d'acide sulfureux.

» Le produit desséché, une nouvelle difficulté se présente : la volatilité des combinaisons de thallium et du métal même, si on les chauffe un peu fort en présence d'un corps réducteur, un filtre, par exemple, s'oppose, si l'on veut éviter toute perte de matière, à l'incinération du filtre. Aussi, jusqu'à ce jour, a-t-on toujours fait usage du filtre préalablement taré après dessiccation à 100°. Or on sait les imperfections de cette méthode et les incertitudes nombreuses qu'elle comporte. J'ai donc cherché à m'en affranchir et le procédé est assez simple. Il suffit de faire tomber du filtre la plus grande quantité de l'iodure thalleux desséché, et, sur la petite partie qui adhère au filtre, on verse quelques gouttes d'acide nitrique étendu (2^{vol} d'eau pour 1^{vol} d'acide à 36°) et chaud. L'iodure est décomposé, on lave avec un peu d'eau chaude et tout le thallium est entraîné sous forme de nitrate. Le liquide, recueilli dans un petit creuset en porcelaine et taré, est évaporé doucement à sec avec quelques gouttes de HCl. Le chlorure formé est décomposé par une goutte de solution concentrée de HI, qui transforme le thallium en iodure mêlé à une petite quantité d'iode, qui provient de la réduction d'un peu de sel thallique formé en présence de l'acide nitrique. Or l'iodure thalleux, ainsi que je m'en suis assuré par des expériences directes, est fixe très sensiblement, même à 170° ; du moins son poids ne varie pas d'une façon appréciable au bout de plusieurs heures. On chasse donc ce petit excès d'iode en chauffant quelques heures à 170°, et on verse ensuite dans le creuset l'iodure thalleux recueilli préalablement à part ; il ne reste plus qu'à peser.

» Divers dosages ont été effectués dans ces conditions et tous fort concordants. Je me limiterai, comme exemples, à trois d'entre eux. Comme poids initial, j'ai toujours pris du sulfate pur et neutre, obtenu tel par précipitation de la solution aqueuse du sel à l'aide de l'alcool et desséché à 350°.

1°	0gr,4895 $TlOSO^3$ ont donné........	0gr,6430 TlI
2°	0,1285 » »	0,1684 »
3°	0,5365 » »	0,7035 »

» Or, si l'on prend O = 8, I = 126,7 et Tl = 203,7, la théorie exige, pour le premier cas, 0gr,6425 TlI; pour le deuxième, 0gr,1687 TlI; pour le troisième, 0gr,7042. »

CHIMIE. — *Sur la dissolution du chlorure de bismuth dans les solutions saturées de chlorure de sodium, et sur le salicylate basique de bismuth.* Note de **M. H. Causse**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note antérieure, nous avons montré que le chlorhydrate d'ammoniaque s'oppose à l'action dissociante de l'eau sur les sels de bismuth, et que ce sel, se substituant à l'acide libre contenu dans les solutions bismuthiques, permet la neutralisation complète de cet acide, soit par le carbonate, soit par l'oxyde de bismuth.

» Le sel ammoniac ne possède pas seul cette propriété, il la partage avec le chlorure de sodium, comme le prouvent les recherches suivantes :

» *Première expérience.* — 10cc d'acide chlorhydrique titré contenant 30gr,775 de HCl gazeux par litre sont ajoutés à 90cc d'eau distillée, au total 100cc. On introduit 3gr d'oxyde de bismuth, et on laisse la liqueur se saturer. Après un contact suffisant, on sépare l'oxyde qui n'a pas été dissous, on le sèche et on le pèse. On trouve ainsi que 100cc d'acide au $\frac{1}{10}$ ou 3cc,00775 HCl ont dissous 1gr,50 d'oxyde de bismuth. Si l'on calcule d'après l'équation suivante la quantité d'acide

$$Bi^2\theta^3 + 6HCl = 2(BiCl^3) + 3H^2\theta,$$

transformé en chlorure de bismuth par 1gr,50 $Bi\theta^2$, on obtient le nombre 0,4775, d'où 2gr,60 d'acide sont employés à maintenir la solution en équilibre.

» *Deuxième expérience.* — 20cc du même acide contenant 6gr,155 HCl sont ajoutés à 80cc d'eau distillée; cette solution est saturée d'oxyde de bismuth. Le dosage de la partie non dissoute indique que 6gr,155 HCl se sont combinés avec 6gr,00 d'oxyde.

» En calculant comme plus haut la quantité d'acide restée libre, on trouve 3gr,117.

» *Troisième expérience.* — On mélange 30^{cc} d'acide avec 70^{cc} d'eau distillée; cette solution, qui contient 9^{gr},2325 de HCl, est saturée d'oxyde de bismuth, elle en dissout 10^{gr}; le poids d'acide non combiné s'élève alors à 4^{gr},557.

» Chacune de ces solutions est ensuite saturée de sel marin et remise en présence de l'oxyde de bismuth.

» Le n° 1 a pu dissoudre 5^{gr},30 d'oxyde, qui, ajoutés à 1^{gr},50, donnent, pour la quantité totale d'oxyde combiné 6,80 et le calcul indique que 3^{gr},0775 HCl exigeraient, pour la transformation complète en chlorure de bismuth, 6^{gr},584 d'oxyde.

» Le n° 2 a pu dissoudre 7^{gr},25 d'oxyde, or $(7,25 + 6,00) = 13,25$, et le calcul pour 6^{gr},155 HCl donne 13^{gr},160 d'oxyde.

» Le n° 3 dissolvait 10,225 d'oxyde; or $(10 + 10,25) = 20^{gr},25$, et le calcul pour 9^{gr},2325 de HCl indique 19^{gr},70 d'oxyde.

» Ainsi donc, le chlorure de sodium se substitue à l'acide libre, qui s'opposait à l'action dissociante de l'eau sur les sels de bismuth, et cet acide, dès lors inutile, peut être complètement transformé en chlorure de bismuth. Si l'on rapproche les nombres qui expriment les quantités d'acide libre, on voit que ces dernières décroissent à mesure que la liqueur s'enrichit en acide; toutefois, il est difficile de saisir autre chose qu'un sens de la réaction, car on ne constate pas un rapport bien net entre le chlorure de bismuth formé et l'acide qui le maintient en solution.

» Nous nous sommes demandé si ce rapport n'existerait pas à la limite des expériences.

» Pour résoudre la question, l'acide précédent a été saturé de gaz HCl jusqu'à refus; il en contenait 45^{gr},660 par litre.

» On fait agir 50^{cc} de cet acide sur 50^{gr} d'oxyde hydraté après saturation, il reste un résidu égal à 1^{gr},25, ce qui donne, pour l'acide dissous et anhydre, 47^{gr},50.

» Ces 47^{gr},50 sont maintenus en solution par 22^{gr},80 de HCl; mais, si l'on déduit de l'équation précédente le poids de HCl qu'ils ont neutralisé, on obtient 17^{gr},65; il en résulte que 5^{gr},18 d'acide sont employés à maintenir l'équilibre de la dissolution. Or, en se reportant à l'équation suivante et calculant le rapport

$$Bi^2\Theta^3 + 8HCl = 2(BiCl^3HCl) + 3H^2\Theta$$

entre le chlorure de bismuth et l'acide chlorhydrique combiné sous forme de chlorhydrate de chlorure, on trouve le nombre 5^{gr},40, suffisamment voisin du chiffre théorique pour en conclure que, dans ces conditions, la solution contient un sel défini, représenté par un chlorhydrate de chlorure de bismuth.

» Les recherches que l'on vient de mentionner ont été appliquées à la préparation du salicylate basique de bismuth.

» Pour obtenir ce sel, on dissout 35^{gr} d'oxyde de bismuth dans 40^{cc} d'acide chlorhydrique concentré; cette solution est mélangée avec 500^{cc} d'une dissolution saturée de

chlorure de sodium ; on procède ensuite à la neutralisation de l'acide libre en introduisant de l'oxyde ou du carbonate de bismuth autant que la solution peut en absorber, ou bien en versant une solution saturée de carbonate de soude et de chlorure de sodium, jusqu'à ce que le précipité refuse de se dissoudre.

» D'autre part, dans 500cc de solution de chlorure de sodium, on introduit 9gr de soude caustique et 22gr de salicylate de soude, on filtre et on laisse couler cette solution dans la précédente. Il se forme un précipité de salicylate de bismuth d'après l'équation ci-dessous, et la liqueur prend une teinte violette plus ou moins foncée :

$$BiCl^3 + C^7H^5O^3Na + 2NaOH = C^7H^5(BiO)O'^3, H^2O + 3NaCl.$$

Quand le dépôt est réuni, l'eau mère est décantée et le sel est lavé avec de l'eau acidulée par quelques gouttes d'acide nitrique jusqu'à ce que l'eau de lavage soit incolore.

» Le salicylate de bismuth, légèrement teinté en rouge, perd cette coloration ; en même temps il devient cristallin dans toutes ses parties.

» *Propriétés.* — Le salicylate, ainsi obtenu, est en petits prismes microscopiques. Sous l'influence de la chaleur, il se décompose en abandonnant tout son acide salicylique ; il le cède également à l'alcool concentré et bouillant, et, sauf la composition, les propriétés sont les mêmes que celles du salicylate neutre antérieurement décrit.

Composition.

	Trouvé.		Calculé pour la formule $C^7H^5(BiO)O^3, H^2O$.
C	22,076	22,094	22,047
H	1,843	1,850	1,837
BiO^3	61,15	61,590	61,417

» La formule $C^7H^5(BiO)O^3, H^2O$ peut être remplacée par la formule de constitution suivante :

$$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CO^2\text{–}Bi \left\langle \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right. \\ OH \end{matrix} \right.$$

Elle a l'avantage d'expliquer le dédoublement si facile du salicylate de bismuth en acide salicylique et oxyde de bismuth, sous l'influence d'une chaleur modérée et de tous les dissolvants de l'acide salicylique,

$$2\left(C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CO^2Bi \left\langle \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right. \\ OH \end{matrix} \right. \right) = 2C^7H^6O^3 = Bi^2O^3 + H^2O. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une différence caractéristique entre les radicaux alcooliques substitués liés au carbone et à l'azote.* Note de M. **C. Matignon.**

« En poursuivant l'étude thermochimique des uréides, je suis arrivé, il y a près de six mois, à la loi suivante : *La substitution d'un radical alcoolique lié à l'azote augmente plus la chaleur de combustion que la substitution du même radical lié au carbone.* J'attendais, pour communiquer ce résultat, qu'il fût confirmé par un plus grand nombre d'expériences; mais la publication d'un travail de Stohmann et Langbein (¹), où la même loi se trouve énoncée, m'oblige à donner de suite les nombres qui m'y ont conduit.

» J'ai brûlé, dans la bombe calorimétrique, la caféine, la théobromine, la cholestrophane et l'éthylurée; les deux premiers corps provenaient de chez Kahlbaum, les deux autres avaient été préparés par moi, et tous avaient été purifiés et analysés avant l'expérience. En joignant à leurs chaleurs de combustion moléculaire celles de l'acide parabanique et de l'urée, on arrive au Tableau suivant :

		Chaleur de combustion à pression constante.	
Caféine, méthylthéobromine.........	$C^7O^2Az^4H^7(CH^3)$	$1016^{cal},0$ (1)	$170^{cal},1$
Théobromine......................	$C^7O^2Az^4H^8$	845,9	
Éthylurée.........................	$COAz^2H^3(C^2H^5)$	472,2	$320,7 = 155^{cal} + 165^{cal},7$
Urée............................	$COAz^2H^4$	151,5	
Cholestrophane, diméthylparabanique.	$C^3O^3Az^2H(CH^3)^2$	538,6	$326 = 163^{cal} \times 2^{cal}$
Acide parabanique.................	$C^3O^3Az^2H^2$	212,6	

» Or l'introduction du groupe méthyle lié au carbone n'augmente jamais la combustion du corps de plus de 157^{cal} : ce résultat est la conséquence d'un grand nombre d'expériences faites sur des corps de fonctions variées et multiples; mais ici le nombre de 157^{cal} est notablement dépassé, et par des quantités bien en dehors des limites d'erreur de la méthode. La loi énoncée plus haut n'est donc point douteuse.

» L'éthylurée peut être considérée comme se déduisant de l'urée par

(¹) *Journal für praktische Chemie*, p. 386; 1891.

(²) Dans le même Mémoire, MM. Stohmann et Langbein ont déterminé la chaleur de combustion de la caféine et trouvé $1014^{cal},6$.

deux substitutions méthylées successives, dont l'une seulement est liée à l'azote. Nous trouvons, en effet, entre elle et l'urée une différence de $320^{cal},7$, qui donne $165^{cal},7$ en en retranchant la quantité moyenne 155^{cal}, correspondant à une substitution méthylée liée au carbone.

» L'application de cette loi pourra rendre de grands services dans l'établissement des formules développées; j'en ai fait usage pour le pyvurile $C^5O^3Az^4H^8$. M. Grimaux a donné comme formule probable au pyvurile

$$\begin{array}{l} \quad\; \diagup CH^3 \\ C \;\cdots\; AzH\text{–}CO\text{–}AzH^2, \\ | \quad \diagdown AzH \diagdown \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad CO \\ CO - AzH \diagup \end{array}$$

qui en fait le dérivé méthylé de l'allantoïne

$$\begin{array}{l} CH - AzH\text{–}CO\text{–}AzH^2 \\ | \quad \diagdown AzH \diagdown \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad CO \quad , \\ CO - AzH \diagup \end{array}$$

où le groupe CH^3 remplace le seul hydrogène qui ne soit pas lié à l'azote; or j'ai trouvé pour leurs chaleurs de combustion :

Pyvurile $C^4OAz^3H^4(CH^3)$	$566^{cal},9$	153^{cal},
Allantoïne $C^4O^3Az^4H^6$	$413^{cal},8$	

qui présentent une différence de 153^{cal}, du même ordre que celle qui existe, par exemple, entre le glycocolle et l'alanine, 154^{cal}; il en résulte d'abord que le pyvurile est bien l'homologue de l'allantoïne, et, en second lieu, que la substitution méthylée occupe bien la position fixée par M. Grimaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide benzoïque sur l'essence de térébenthine*. Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont**.

« L'acide benzoïque paraît s'unir lentement à froid à l'essence de térébenthine française; à 150°, en employant poids égaux d'acide et d'essence, l'action est rapide; après cinquante heures de chauffe, toute l'essence a été transformée. Il y a avantage à ne pas dépasser de beaucoup la température de 150°. L'opération peut se faire dans un vase en cuivre muni d'un réfrigérant ascendant.

» Les produits sont multiples. Pour les isoler on commence par enlever l'acide non combiné par une solution alcaline. Le produit est distillé jusqu'à 200°-220°, le thermomètre plongeant dans le liquide.

» Les portions volatiles au-dessus de 200° se séparent intégralement en *camphène* solide, très peu actif sur la lumière polarisée, $\alpha_D = -3°30'$, bouillant à 157° et en *terpilène,* son isomère liquide, également très peu actif, $\alpha_D = -3°$ à $-4°30'$, bouillant de 175° à 180°. Les portions supérieures renferment avec du terpilène des composés oxygénés : elles sont peu abondantes. La production dans cette réaction du camphène et du terpilène peu actifs s'explique par la formation préalable et simultanée de benzoates de térébenthène et de terpilène; puis, sous l'influence prolongée de la température de 150°, ces benzoates se décomposent partiellement en acide et en camphène d'une part, totalement en acide et terpilène d'autre part; carbures dont le pouvoir rotatoire s'annule très rapidement dans ces conditions, ainsi que nous l'avons montré. Nous avons pu isoler en camphène le $\frac{1}{10}$ du poids de l'essence, en terpilène le $\frac{1}{3}$ environ.

» Le produit ne distillant pas avant 220° forme près de la moitié du poids de l'essence. Il se décompose par la distillation en acide benzoïque et carbures camphéniques. Cependant on peut distiller à 190°-195° sous pression réduite à 3^{cm}. Il reste un faible résidu de polyterpilènes, principalement de colophène, volatil vers 315°. Ce produit, distillant dans le vide vers 190°, est formé par un mélange huileux inséparable d'éthers benzoïques du *camphénol* et de l'*isocamphénol.* Ces benzoates sont à peine modifiés par les solutions aqueuses alcalines à l'ébullition; au contraire, les solutions alcooliques de potasse les saponifient déjà à froid ([1]). Le produit de la saponification lavé à l'eau tiède pour enlever le benzoate est en partie cristallin. On le soumet à de nombreuses distillations fractionnées de 2°,5 en 2°,5. Dans un certain nombre de ces fractions passant au-dessus de 205°, il se dépose, à la température de 15°, d'abondants cristaux de camphénol lévogyre, mélangé d'un peu d'isocamphénol dextrogyre. Les liquides sont dextrogyres pour les portions volatiles de 185° à 205°, lévogyres au-dessus et au-dessous. Après un nombre suffisant de rectifications, pour isoler les carbures et le camphénol gauche, les fractions passant de 197°,5 à 202°,5, refroidies quelques heures à $-3°$, se prennent en masse cristalline d'isocamphénol que l'on isole par l'essorage de la masse. Les liquides égouttés

---

([1]) Pour préparer les camphénols et isocamphénols, il est préférable de saponifier le produit brut résidu de la distillation après 200° sous la pression normale.

se séparent par de nouvelles rectifications intégralement en camphénol et isocamphénol.

» *Ce camphénol gauche*, $C^{20}H^{18}O^2$, purifié par de nombreuses cristallisations dans l'éther de pétrole est solide, fusible à 193°, il distille à 212°; son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -32°10'$ à $-32°20'$. Le camphre qui en dérive est solide et a un pouvoir rotatoire de 38° à 38°10', pouvoir observé d'une part sur le produit total de l'oxydation, d'autre part sur les fractions résiduaires d'une préparation d'acide camphorique. Ces pouvoirs rotatoires du camphénol et du camphre sont de même signe, mais inférieurs à ceux du bornéol gauche du Ngai étudié par Haller et du camphre de matricaire. Cependant nous concluons à l'identité respective de ces produits.

» Les différences tiennent, d'une part, à ce que le térébenthène n'est probablement pas un corps optiquement unique, et surtout, d'après nos expériences, à ce que le camphène, formé dans la réaction, s'unit pour son compte à l'acide benzoïque et fournit des camphénols inactifs ou *racémiques,* que les dissolvants n'arrivent pas à séparer du camphénol lévogyre. L'étude des camphoroximes et des acides camphoriques permettra d'élucider ce point.

» L'*isocamphénol* purifié de la même façon est solide, il fond à 47°; il bout de 198° à 199°; son pouvoir rotatoire dextrogyre est $[\alpha]_D = +10°40'$; nous faisons les mêmes réserves que ci-dessus en ce qui concerne la grandeur de ce pouvoir. Ce pouvoir ne varie pas sous l'action prolongée des acides et d'une température élevée; une petite quantité du camphénol se détruit en donnant un carbure voisin du camphène ou identique. Le perchlorure de phosphore transforme l'isocamphénol dissous dans l'éther de pétrole en un chlorure liquide, même à — 60°, bouillant de 100 à 105° sous pression de 4^{cm}, presque inactif. L'acide nitrique transforme l'isocamphénol en un corps liquide à odeur camphrée; ce corps se prend à — 60° en lamelles cristallines fondant alors vers — 20°. Ce composé de la formule du camphre bout 13° plus bas vers 191°; il est fortement lévogyre. Il s'unit à l'hydroxylamine pour donner un composé cristallin. Les propriétés de cet *isocamphre* le rapprochent d'un composé naturel, la *fénolone,* que M. Wallach vient d'extraire de l'essence de fenouil, et l'isocamphénol de l'alcool fénolique qui en dérive, corps qui doivent exister dans un certain nombre d'autres essences.

» L'action de l'acide benzoïque à 150° sur les térébenthines donne un moyen pratique de reproduire les camphénols et les isocamphénols. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation d'iodures d'ammoniums quaternaires par l'action de la triméthylamine, en solution aqueuse concentrée, sur les éthers iodhydriques de divers alcools primaires et d'un alcool secondaire.* Note de MM. **H.** et **A. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« I. *Des modes de réaction entre amines et éthers.* — Dans plusieurs Communications antérieures, l'un de nous a déjà eu l'honneur de signaler à l'Académie [1] trois modes de réaction différents entre amines et éthers :

» 1° Il y a *progression* quand un nouveau radical alcoolique se fixe sur l'azote; l'éther s'unit alors simplement à l'amine.

» 2° Il y a *stagnation* quand l'azote conserve simplement les radicaux déjà fixés; l'éther et l'amine s'unissent avec élimination du carbure diatomique qui entre dans l'éther. De cette façon l'amine se reproduit à l'état de sel, ce qu'on peut caractériser, relativement à l'amine, en disant qu'il y a simple reproduction.

» 3° Il y a *rétrogradation* quand l'azote perd un des radicaux primitivement fixés; l'éther et l'amine s'unissent en perdant chacun une molécule de carbure fondamental.

» Ces différents modes de réaction ne nous paraissent pas dépendre immédiatement de la nature des alcools normaux, primaires, secondaires ou tertiaires, d'où dérivent les amines ou les éthers, mais des affinités relatives des amines et des éthers, affinités qui se ressentent sans doute de la nature des alcools, mais qui ne décroissent pas, forcément et régulièrement, des alcools normaux aux alcools tertiaires.

» Ainsi il y a *progression* avec la trisoamylamine et l'iodure d'isoamyle primaire, mais *stagnation* avec la trisobutylamine et l'iodure d'isobutyle primaire. Il y a également *stagnation* avec la trisoamylamine et le chlorure d'isoamyle primaire; mais il y a *rétrogradation* avec la trisobutylamine et le chlorure d'isobutyle primaire.

» Le sens de la réaction s'éloigne d'autant plus de la *progression* que l'affinité de l'amine pour l'éther est plus faible.

» Mais, si l'on choisit un système dans lequel l'affinité mise en jeu soit assez forte, il y aura simple union de l'amine et de l'éther, c'est-à-dire progression.

---

[1] *Comptes rendus*, années 1887 et 1890.

» C'est ce que nous avons constaté, en mettant une amine tertiaire très énergique, la triméthylamine, en présence de divers éthers iodhydriques. Nous avons observé, dans ces réactions, la proportion équimoléculaire.

» II. *De la production d'ammoniums quaternaires avec la triméthylamine.* — La triméthylamine dont nous nous sommes servis était de la triméthylamine pure, préparée par la distillation sèche de 500^{gr} d'hydrate de tétraméthylammonium. Nous avons fait une solution aqueuse concentrée, qui se prend, dans un mélange réfrigérant, en une masse de fines aiguilles d'une transparence parfaite. Au voisinage de 0°, la liqueur est sirupeuse; on l'introduit alors dans des tubes pour la faire réagir sur les éthers.

» Nous avons expérimenté sur l'iodure de propyle (normal), l'iodure d'isobutyle (primaire), l'iodure d'isoamyle (primaire), l'iodure d'allyle (primaire non saturé), l'iodure d'isopropyle (secondaire).

» L'action de la triméthylamine sur ces cinq éthers s'exerce, à froid, d'une manière complète et avec une rapidité relativement considérable dans ce genre de réactions. Elle est favorisée quand on chauffe à 100°, sans dévier nullement de la voie normale suivie à froid; on obtient le même résultat, c'est-à-dire la transformation intégrale des éthers de l'amine en iodures d'ammoniums quaternaires.

» Les solutions des iodures, versées dans de la potasse, précipitent immédiatement et résistent très bien, à l'ébullition, à l'action de la potasse. C'est là un caractère essentiel. Quelques-uns de ces iodures sont peu solubles et fournissent de magnifiques cristaux, qu'il est facile d'avoir très purs. D'autres sont déliquescents. Tous, repris par l'eau et agités quelque temps avec un excès calculé d'oxyde d'argent [1], fournissent des hydrates, que l'on filtre et qu'on transforme en chloroplatinates. Ces chloroplatinates sont généralement insolubles dans l'alcool, ce qui permet de les laver commodément et très complètement.

» III. *Des différences d'activité des éthers iodhydriques à l'égard de la triméthylamine.* — L'iodure de propyle normal agit beaucoup plus vite sur la triméthylamine que l'iodure d'isoamyle, et surtout que l'iodure d'isobutyle. Mais l'iodure d'isopropyle, quoique secondaire, agit plus vite que l'iodure d'isobutyle (primaire).

---

[1] Nous avons constaté que l'oxyde d'argent séché agit très promptement sur les iodures d'ammoniums, en sorte qu'il est très facile d'en prendre un poids convenablement calculé et qu'il est inutile de s'astreindre à employer de l'oxyde humide et fraîchement précipité.

» C'est l'iodure d'allyle qui exerce l'action la plus vive : on peut dire qu'elle est instantanée. Elle est aussi violente que celle qu'on observe en versant du brome dans de l'iodure d'allyle, et elle fait entendre les mêmes détonations.

» Il est vrai que l'action du brome s'explique par la diatomicité de l'iodure d'allyle $\underset{|}{C}H^2-\underset{|}{C}H-CH^2-I$, et qu'on pourrait, à la rigueur, invoquer le même argument pour expliquer la violence de la combinaison de la triméthylamine. Mais il y a en jeu d'autres influences que les atomicités non satisfaites de l'iodure d'allyle ; car, avec des amines différentes, la réaction est très lente, au lieu d'être immédiate. Ces influences, auxquelles nous faisons allusion, sont les affinités mutuelles d'amines à éthers, que l'un de nous a assimilées aux affinités d'amines à acides ([1]).

» Les réactions ne diffèrent que par la durée et l'énergie, et cette différence disparaît ici, car la combinaison de l'iodure d'allyle et de la triméthylamine est aussi rapide que la salification d'une base par un acide, et elle dégage plus de chaleur que bien des salifications.

» *Conclusion.* — De l'ensemble des expériences dont nous venons d'exposer les résultats se dégage cette conclusion : toutes les fois que l'affinité d'une amine pour un éther est suffisante, il y a simple union de l'amine et de l'éther, et si l'union se fait intégralement à froid, elle se fait, sans déviation, intégralement aussi, à chaud.

» Si donc, avec certains systèmes (d'ailleurs très nombreux) d'éthers et amines, il n'y a pas simple union, mais union avec élimination de carbures, il ne faut pas attribuer l'élimination de carbures à la seule action décomposante de la chaleur sur l'éther, mais bien à une réaction d'un nouvel ordre qui s'établit entre l'éther et l'amine, et qui correspond à un développement plus grand d'énergie ([2]). »

([1]) *Mémoire sur une nouvelle théorie générale de la préparation des monammoniums* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIII ; avril 1888).

([2]) Les recherches qui font l'objet de cette Note seront exposées, en détail, dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle substance albuminoïde du sérum sanguin de l'homme.* Note de M. C. Chabrié, présentée par M. Friedel [1].

« Dans un autre travail [2], j'ai cherché de quelle manière le rein agit dans la sélection qu'il opère des substances contenues dans le sang, dans certains cas pathologiques. Cette étude m'a conduit à examiner les substances albuminoïdes du sang et particulièrement du sérum. On admet que cette humeur contient deux matières albuminoïdes seulement, toutes deux coagulables par la chaleur : la paraglobuline et la sérine. On sait que les micro-organismes déversent dans le sang des produits toxiques azotés pouvant appartenir aux substances albuminoïdes aussi bien qu'aux alcaloïdes. Il m'a donc semblé intéressant de les rechercher. Or j'ai trouvé, dans le sérum, un principe se distinguant de la paraglobuline et de la sérine par des caractères suffisants, nets, et se rencontrant chez les néphrétiques, que leur néphrite soit d'origine saturnine ou infectieuse; chez les malades atteints d'autres affections, pneumonie, syphilis; enfin chez les sujets n'étant atteints d'aucune maladie.

» Voici comment on extrait ce produit :

» On laisse le sang se déposer dans un grand verre à pied, et, lorsque le liquide qui surnage le caillot a perdu sa couleur rouge, on le décante avec soin. On le filtre sur de l'amiante sous pression réduite, et le liquide qui a passé est filtré sur un filtre en papier, plat, mouillé d'eau distillée. On obtient ainsi un sérum limpide et coloré en jaune pâle. Sa densité a varié entre 1029 à 1030 dans mes expériences.

» Ce sérum, *neutralisé par l'acide acétique,* est coagulé d'abord au bain-marie, puis à 100° sur un fourneau à évaporations lentes. La gelée obtenue est coupée en petits morceaux avec le couteau de platine, puis additionnée d'un volume d'eau distillée égal à la moitié du volume du sérum employé, et le tout est soumis à la température de 100°. Il ne faut pas ajouter l'eau avant d'avoir d'abord coagulé le sérum, car on sait que la sérine ne se coagule pas par la chaleur dans une solution étendue [3].

» Le résidu de la dernière opération est jeté sur un filtre en mousseline, puis sur un filtre en papier. On obtient ainsi un liquide un peu louche, qui, additionné d'alcool

---

(1) Travail du laboratoire de Chimie de M. le professeur Guyon, à l'hôpital Necker.

(2) *Annales des maladies des organes génito-urinaires* (mai 1891).

(3) A. Gautier, *Chimie appliquée à la Physiologie,* t. I, p. 511; 1874.

à 89° (2 à 3 volumes d'alcool pour 1 de liquide), donne immédiatement un précipité blanc floconneux qui se rassemble au bout de quelques heures.

» Ce précipité, recueilli sur un filtre, séché à l'air, est soluble dans l'eau froide, d'où l'alcool le précipite à nouveau.

» Le produit ainsi reprécipité contient une substance organique rappelant l'albumine. Il donne par calcination un charbon volumineux et brûle en donnant l'odeur de corne brûlée de l'albumine ordinaire. Il est souillé de sels minéraux; mais j'ai constaté que, pour une quantité de matière recueillie, du poids de $0^{gr},1255$, il n'y avait pas plus de $0^{gr},0008$ de substance minérale, soit 0,637 pour 100.

» Ces composés minéraux étaient des phosphates. L'absence de chaux et de chlorures a été constatée.

» Pour m'assurer que j'étais en présence d'une substance nouvelle, je l'ai soumise à des réactions comparatives avec l'albumine et aussi avec les peptones, dont la présence ne paraît pourtant pas probable dans le sang [1].

Action de la chaleur................	Ne coagule pas.
Action de l'alcool....................	Coagule.
Chaleur + 1 goutte d'acide acétique..	Ne coagule pas.
Acide azotique......................	Coagulum soluble dans un petit excès de réactif, à froid ou à chaud.
Ferrocyanure de potassium + $C^2H^4O^2$.	Louche qui augmente avec le temps.
Acide phosphotungstique...........	Précipité.
Sublimé..........................	Rien à froid ni à chaud.
Réaction du biuret................	Rien.
Phospho-molybdate d'ammoniaque...	Précipité blanc à chaud.
Nitrate acide de mercure............	Précipité jaune, se rassemble mieux à chaud.
Réactif de Millon....................	Précipité blanc devenant rose (à chaud).
Solution saturée de SO^4Mg..........	Rien.
Solution saturée de SO^4Na^2..........	Précipité blanc.

» Comme on le voit, la substance nouvelle se distingue de la sérine par plusieurs réactions, et également des peptones. Pourtant sa coagulation par l'alcool et quelques autres propriétés la rapprochent de l'albumine et des peptones. Pour rappeler ces analogies, je propose d'appeler ce composé *albumone*.

» Les quantités d'albumone qu'on retire du sang sont variables.

» Ainsi, dans le sang pris par des ventouses à un homme sain, sa proportion n'a atteint que $0^{gr},031$ pour 360^{cc} de sang de densité 1029; c'est environ $\frac{1}{1200}$ en poids.

---

(1) *Chimie générale* de M. Schützenberger, t. VI, p. 267; 1890.

Dans le sang d'un malade atteint de néphrite d'origine saturnine, sa proportion a été $0^{gr},4283$ pour $477^{gr},92$ de sang, soit 0,087 pour 100.

» Les solutions d'albumone possèdent le pouvoir rotatoire.

» Les faibles quantités de cette substance que j'ai pu avoir entre les mains, et l'opalescence des solutions ne m'ont pas permis de déterminer ce pouvoir avec précision; mais j'ai pu constater que ce produit est fortement lévogyre.

» Cette albumone ne dialyse pas.

» Il était probable que ce produit était différent de celui que M. Béchamp a retiré de l'urine par addition d'alcool et qu'il a appelé *néphrozymase* [1].

» En effet, le néphrozymase fluidifie et saccharifie rapidement l'empois de fécule à la température de 60°, ce que ne fait pas l'albumone, comme j'ai pu le vérifier par des expériences comparatives.

» De tous ces faits, je crois pouvoir conclure qu'il existe, dans le sang normal ou pathologique, une matière albuminoïde nouvelle dont j'ai signalé l'existence, le procédé d'extraction et les propriétés fondamentales. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les substances solubles du bacille pyocyanique produisent la fièvre*. Note de M. **A. Charrin**, présentée par M. Bouchard.

« On sait que l'injection de la lymphe de Koch est suivie de phénomènes que l'on a désignés sous le nom de *réaction*. On sait aussi que, d'après quelques auteurs, ces phénomènes se produiraient non seulement chez les tuberculeux, mais encore chez ceux qui ne le sont pas; en particulier, chez des lépreux, chez des syphilitiques, voir même chez des personnes bien portantes, au moins en apparence.

» Un des principaux symptômes de cette prétendue réaction consiste dans l'élévation de la température centrale. Or, il nous a été donné d'observer cette élévation thermique sur des malades qui recevaient, dans un but thérapeutique [2], des substances d'origine microbienne, fabriquées par un bacille très différent du bacille de Koch, le bacille pyocyanique.

---

[1] *Gazette hebdomadaire*, 1865, nos 24 et 25.

[2] Il s'agit de malades du service de M. Bouchard. On trouvera dans la Note de cet auteur (Voir plus haut, p. 524) l'indication du pouvoir hémostatique des toxines pyocyaniques.

» Un adulte, atteint de tuberculose pulmonaire au 3e degré, entre à l'hôpital Lariboisière, salle Rabelais, n° 1.

» Le 8, le 9, le 10 septembre 1891, ce malade a des hémoptysies. Le 11, au matin, le sang reparaît avec abondance dans l'expectoration. A 10h, en pleine hémorragie, on injecte, sous la peau, 3cc de produits solubles. A partir de cet instant, le sang ne se montre plus. Vers midi, on croit devoir, par prudence, administrer à nouveau 3cc. A 1 heure, le patient est subitement pris de frissons, de dyspnée, avec transpiration profuse, etc.; la température rectale, qui était à 38° le matin, dépasse 41°. Puis, dans la soirée, les accidents se calmèrent insensiblement. Le lendemain, le thermomètre était redescendu au chiffre habituel des journées précédentes.

» Ce malade eut de nouvelles hémoptysies; toutes furent arrêtées par les mêmes produits solubles; mais, grâce à cette expérience et à d'autres dont nous allons parler, la dose injectée ne dépassa pas 1cc à 2cc, dose impuissante à provoquer une fièvre de quelque importance.

» Le 9 septembre 1891, une jeune fille, en voie de guérison de fièvre typhoïde, reçut 2cc de toxine pyocyanique. Au moment de cette injection, dans la matinée, le thermomètre marquait 37°,5; il s'éleva, soit dans la soirée, soit dans la nuit suivante, à 39°,7, pour retomber, au bout de trente heures, à 37°,8.

» Au dix-neuvième jour d'une dothiénentérie, on injecte à un adulte de 26 ans, 3cc de la culture pyocyanique stérilisée. La température a passé de 37° à 39°, douze heures environ après cette injection.

» Il serait facile d'allonger la liste de nos observations. On verra, en effet, par la Communication de M. le professeur Bouchard, que ces injections, pratiquées en vue d'arrêter des hémorragies, ont été faites sur huit malades. Ce que nous avons dit suffit, pensons-nous, pour démontrer que chez les tuberculeux, comme chez ceux qui ne le sont pas, des toxines, autres que la tuberculine, élèvent la température, provoquent la fièvre, à la condition d'introduire une dose suffisante. Nous rappellerons simplement, en terminant, que, dès 1889, nous avons établi cette donnée expérimentalement, M. Ruffer et moi; M. Bouchard, dans sa Note de ce jour, a bien voulu le rappeler. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Atrophie musculaire progressive expérimentale.* Note de M. **Roger**, présentée par M. Bouchard.

« En inoculant, à des lapins, des cultures atténuées du streptocoque de l'érysipèle, j'ai vu se développer, chez les animaux en expérience, une

maladie chronique qui, par bien des caractères, se rapproche de l'atrophie musculaire progressive, telle qu'on l'observe chez l'homme.

» Je me suis servi, pour mes recherches, d'un streptocoque qui provenait d'un érysipèle et possédait tout d'abord un haut pouvoir pathogène; son inoculation tuait les lapins en deux ou trois jours. A partir du mois de juillet 1890, j'ai cultivé ce microbe dans du sérum de lapin, sans jamais le faire repasser par l'animal vivant; pendant six mois la virulence ne se modifia pas (1); mais, à partir du 13 avril 1891, l'injection intra-veineuse de $0^{cc},25$ à $1^{cc},5$ de la culture dans le sérum, au lieu d'entraîner rapidement la mort, donna naissance à une maladie chronique assez particulière, que j'ai pu étudier sur quatorze animaux.

» A la suite de l'inoculation, les lapins paraissent malades un jour ou deux, puis ils se rétablissent et restent en bon état pendant deux ou trois semaines. Au bout de ce temps on voit se produire un amaigrissement progressif des membres postérieurs, des régions fessières et des masses sacro-lombaires; le poids des animaux tombe de 2000^{gr} à 1600^{gr}, 1500^{gr} et même 1400^{gr}. Mais ce qui donne un caractère particulier à cette émaciation, c'est que la partie antérieure du corps est épargnée; les pattes de devant et la tête restent intactes; aussi, quand les lapins sont couchés et qu'on les regarde de face, est-il impossible de soupçonner la maladie dont ils sont atteints.

» En même temps qu'ils s'atrophient, les muscles perdent leur énergie primitive; mais on n'observe pas de paralysie à proprement parler; l'animal peut marcher, seulement il le fait avec difficulté et maladresse; quand il est allongé et qu'on rejette son train de derrière à droite ou à gauche, il ne peut reprendre sa position primitive qu'après plusieurs oscillations latérales; quand il est debout ou qu'il marche, le moindre choc lui fait perdre l'équilibre; enfin, quand on place les membres antérieurs sur un plan plus élevé que les membres postérieurs, l'animal ne parvient qu'à grand' peine à soulever ceux-ci; parfois il est incapable d'exécuter ce mouvement.

» Jamais je n'ai rencontré l'état spasmodique des muscles, les phénomènes douloureux, les arthropathies ou les troubles urinaires que l'on a signalés dans quelques cas de paralysie expérimentale. Aussi peut-on voir

---

(1) Bien souvent j'ai vu le streptocoque s'exalter en le cultivant dans du sérum de lapin; mais ce fait souffre de nombreuses exceptions, comme l'établissent déjà les expériences que je rapporte aujourd'hui.

les animaux survivre assez longtemps; actuellement, j'en observe un qui a été inoculé le 24 juillet et qui, depuis plus de deux mois, présente de l'atrophie musculaire. Généralement, la mort survient plus vite, du quatrième au dix-neuvième jour après le début des accidents. A ce moment il n'y a plus de microbes dans l'organisme; j'ai reconnu, en effet, que les streptocoques sont détruits au bout de huit ou dix jours; ils ont donc disparu quand se développent les amyotrophies, ce qui porte à admettre que celles-ci relèvent des produits solubles laissés par les agents figurés.

» L'autopsie confirme les observations faites pendant la vie; les muscles des lombes et des membres postérieurs sont diminués de volume dans des proportions vraiment extraordinaires; c'est ainsi qu'en moyenne le triceps sural pèse de 3^{gr} à 4^{gr} au lieu de 8^{gr}; le triceps crural de 5^{gr} à 7^{gr} au lieu de 12^{gr}; les fessiers de $3^{gr},5$ à 4^{gr} au lieu de 8^{gr}. En même temps, les muscles sont devenus pâles et la distinction entre les muscles rouges et les muscles blancs est à peine accusée.

» A l'examen microscopique on constate que la plupart des faisceaux musculaires primitifs sont atrophiés; ils n'atteignent que la moitié ou le tiers de la largeur normale. Les stries transversales sont peu nettes; par places, elles ont complètement disparu et le faisceau se présente sous l'aspect d'une masse homogène, parcourue seulement par quelques striations longitudinales peu apparentes; sur aucun point je n'ai trouvé de dégénérescence granuleuse, graisseuse ou vitreuse. Une des lésions les plus marquées et les plus précoces consiste dans la prolification des noyaux du sarcolemme; ceux-ci augmentent de nombre dans des proportions si considérables que, par places, les fibres musculaires en sont complètement recouvertes.

» Ces résultats conduisent à rechercher si l'altération des muscles est primitive ou si elle dépend d'une lésion du système nerveux et particulièrement de la moelle.

» A l'œil nu, la moelle semble saine. Sur les coupes, les cornes antérieures ne paraissent pas atrophiées, mais les cellules qu'elles renferment sont profondément atteintes [1].

» Au début, les lésions sont disséminées irrégulièrement et, sur quelques points, au milieu de cellules dégénérées, on en retrouve d'absolument

---

[1] L'examen histologique a été pratiqué sur des moelles enlevées aussitôt après la mort. J'ai toujours examiné comparativement des moelles saines, durcies et colorées de la même façon.

normales; à un stade plus avancé, toutes les cellules sont atteintes, au moins dans la région lombaire. Il se produit d'abord une tuméfaction du protoplasma qui devient moins opaque et, au lieu de se colorer en rouge par le carmin, prend une teinte rose clair; cette altération n'occupe primitivement qu'une partie de la cellule; autour du noyau, on trouve une couche de protoplasma normal. A un deuxième degré, toute la cellule est envahie et uniformément rose; seul le noyau continue à se colorer en rouge. Enfin, à un stade plus avancé, il se forme des vacuoles dans la cellule qui finit par devenir incolore et transparente dans toute son étendue; on ne retrouve plus qu'une petite quantité de protoplasma teint légèrement en rose et accumulé autour du noyau. Celui-ci résiste longtemps; il peut même se diviser, car on voit quelques cellules altérées renfermer deux noyaux, mais à la fin il cesse de fixer la couleur, s'atrophie et disparaît; à la place de la cellule, on ne trouve plus qu'une masse incolore ou présentant encore quelques points légèrement rosés.

» Malgré les altérations profondes des grandes cellules de la moelle, le système nerveux périphérique reste indemne; j'ai examiné les racines antérieures, le sciatique et plusieurs nerfs musculaires : presque tous les tubes étaient sains; on en trouvait bien quelques-uns dont la myéline était segmentée et qui présentaient un aspect moniliforme; mais sur les nerfs normaux on rencontre des tubes semblables. Cette intégrité du système nerveux périphérique peut tenir, soit à l'évolution trop rapide de la maladie, soit à la persistance des noyaux cellulaires.

» En résumé, les recherches expérimentales que j'ai rapportées et qui ont été poursuivies au laboratoire de M. le professeur Bouchard, établissent que, avec un virus déterminé, on peut reproduire chez les animaux une myélite systématique caractérisée, au point de vue anatomique, par une dégénérescence des cellules des cornes antérieures; au point de vue symptomatique, par un ensemble de phénomènes comparable à l'atrophie musculaire progressive. »

ZOOLOGIE. — *Quelques caractères anatomiques de l'*Hyperoodon rostratus. Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« J'ai eu l'occasion d'étudier, au Laboratoire maritime de Saint-Vaast, un Hyperoodon femelle qui avait échoué sur la grève, près du fort de la Hougue, et qui mesurait $7^{m},20$ de longueur.

» L'animal avait mis bas peu de temps auparavant; ses mamelles étaient remplies de lait, les organes génitaux intérieurs renfermaient en abondance des matières sanguinolentes, et les replis vaginaux annulaires qui figurent un *os uteri* plus ou moins parfait se trouvaient à peine indiqués. Les mamelles ont $1^{m},15$ au moins de longueur et $0^{m},22$ de largeur maximum, sur une épaisseur de quelques centimètres seulement; chacune d'elles est traversée par un canal longitudinal, qui commence brusquement à près de 10^{cm} de l'extrémité antérieure, et qui se continue, sans augmenter beaucoup de calibre, jusqu'au réservoir situé au-dessous du mamelon; dans ce réservoir, qui est relativement peu développé, viennent déboucher en outre deux gros canaux latéraux. Le lait est blanc jaunâtre, épais comme de la crème; il a une saveur agréable de noisette. Les mamelles sont recouvertes sur toute leur longueur par un faisceau du muscle peaucier; ce faisceau doit être l'agent le plus actif des phénomènes de compression qui provoquent la sortie du lait; en avant, il agit surtout par ses aponévroses externes, qui recouvrent à peu près seules la mamelle; en arrière, c'est le muscle lui-même qui est appliqué directement sur la glande. Le muscle peaucier est d'ailleurs très bien développé, et, en plusieurs régions des flancs, dépasse 4^{cm} d'épaisseur. En avant, il recouvre en certains points les prolongements qu'envoie, jusqu'à 1^{m} en arrière de la commissure des lèvres, le tissu spongieux, largement aréolaire, qui renferme en abondance l'huile à spermaceti.

» L'estomac se compose de dix chambres successives. La première a une capacité égale à peu près à celle des neuf autres chambres; sa muqueuse est couverte de circonvolutions qui se groupent autour de trois centres parfaitement distincts. Les neuf chambres suivantes forment un ensemble mamelonné qui se sépare très nettement de la première; elles sont espacées les unes des autres par des septa perforés, depuis longtemps décrits; la première est grosse au plus comme le poing, la dernière, au contraire, est énorme. Dans la dilatation duodénale, qui est très développée, on observe un petit renflement ampulliforme à l'orifice du canal hépato-pancréatique; elle présente, en outre, un grand repli valvulaire semi-lunaire en avant du point où elle se continue dans le duodénum grêle. Il y a de nombreuses petites glandes à l'extrémité postérieure du rectum, immédiatement au voisinage de l'anus. Le foie est divisé en deux lobes, l'un situé à droite, l'autre à gauche; au lobe droit se trouve annexé un petit lobe dorsal.

» Le tronc aortique est très renflé à sa sortie du cœur; immédiatement au-dessus des valvules sigmoïdes, il donne naissance à deux artères coro-

naires et présente, en outre, un *ductus arteriosus* perforé qui le met en relation avec l'artère pulmonaire. Les plexus thoraciques sont beaucoup moins développés que ceux des Delphinides, mais ils le sont plus que ceux des Mepticètes. Au lieu de s'étendre jusqu'au fond de la chambre thoracique, il s'arrête en arrière, au niveau de la sixième côte. Le plexus du côté droit, que j'ai pu seul étudier, est parcouru, un peu en dedans de son bord externe, par une artère longitudinale qui naît du tronc brachiocéphalique droit, et qui représente probablement la thoracique interne. Les artères intercostales sont séparées à leur origine et prennent part, comme l'artère précédente, à la formation des plexus. Il n'y a qu'une artère rénale de chaque côté; mais on trouve deux veines rénales, une grosse en avant et une beaucoup plus petite en arrière. Les artères ombilicales oblitérées qui aboutissent au sommet de la vessie viennent se rattacher aux artères hypogastriques, qui se divisent chacune en deux branches et qui constituent, malgré leur faible dimension (on y fait à peine entrer le petit doigt), la source unique du sang que renferme l'énorme plexus artériel génital. Ce plexus recouvre absolument la partie antérieure du vagin, l'utérus et ses cornes; mais il ne s'étend pas en avant dans le ligament large.

» Les plexus veineux paraissent peu développés, et ceux du psoas font défaut comme chez les Mepticètes. Par contre, il y a un sinus veineux dans chacun des grands lobes du foie, et le sinus de la veine cave inférieure prend des proportions énormes. Une grosse veine longitudinale parcourt le plexus thoracique droit et reçoit trois grosses branches au moins de la cavité médullaire; c'est par cette veine, qui remplace fonctionnellement les azygos absentes, que revient dans la veine cave antérieure le sang des veines médullaires. En somme, par tous les caractères jusqu'ici connus, l'appareil circulaire de l'Hyperoodon paraît se rapprocher de celui des formes ancestrales terrestres du groupe, moins toutefois que celui des Mepticètes, mais beaucoup plus que celui des Cétodontes non ziphioïdes. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *A propos des chromatophores des Céphalopodes.* Note de M. **Raphael Blanchard**, présentée par M. Milne-Edwards. (Extrait).

« Les fibres rayonnantes qui se voient autour du chromatophore des Céphalopodes ont été décrites par divers auteurs comme des muscles s'insérant sur sa membrane d'enveloppe : en se contractant, elles étaleraient

le chromatophore ; en se relâchant, elles lui permettraient de revenir sur lui-même et de s'effacer plus ou moins.

» J'ai montré, en 1882, que, lors des changements de forme dont ils sont incessamment l'objet, les chromatophores sont seuls actifs. En effet, une étude histologique attentive permet de constater que les fibres rayonnantes ne sont ni des muscles, ni des nerfs, mais de simples fibres du tissu conjonctif, présentant une orientation particulière au voisinage du chromatophore, avec lequel elles n'ont d'ailleurs aucune connexion. Bientôt après, une constatation toute semblable était faite par M. Girod ; cette année même, M. Joubin est venu encore confirmer ces observations.

» Cependant M. Phisalix a publié récemment que « les fibres radiaires » sont des muscles », et il admet que les mouvements d'expansion du chromatophore « sont déterminés par la contraction de muscles disposés en « rayons à son équateur ». Il mentionne d'ailleurs les travaux de M. Girod, de M. Joubin et les miens.

» M. Phisalix cite, à l'appui de son opinion, les travaux de MM. Paul Bert et Frédéricq; mais aucun d'eux n'a vérifié anatomiquement la nature musculaire des fibres rayonnantes; s'ils leur attribuent cette structure, c'est uniquement parce qu'elle était admise par les naturalistes de l'époque. Les intéressantes expériences que M. Phisalix a faites, à la suite de celles des deux observateurs précités, s'expliquent par une union intime du chromatophore avec les nerfs. Cette union, *je l'ai admise* expressément, et le résultat de mes observations me paraît rester intact. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Physiologie du nerf de l'espace*. Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Marey.

« Il importe de distinguer, dans tout appareil sensoriel, une fonction *élémentaire*, qui le rend capable de perceptions d'une nature spéciale, et une fonction *organique* (liée à la conformation générale de l'organe et à la distribution de ses éléments), qui lui permet de définir objectivement le lieu des points perçus et d'orienter dans l'espace l'origine de ses différentes perceptions. Chaque sens perçoit et localise ses perceptions; de là l'image sensorielle. C'est grâce à cette double fonction que la vision devient l'appréciation d'un espace visible ou plutôt visuel, que l'audition définit un espace auditif, que le toucher reconnaît un espace tactile.

» Nous voulons exposer pour l'oreille humaine les conditions organ-

niques de cette faculté de *localiser les ébranlements sonores ou autres*, et rechercher comment et dans quelle mesure le nerf auriculaire de l'espace justifie son nom.

» Un ébranlement, parti d'un point de l'espace, arrive à l'oreille sous une certaine incidence, se réfléchit sur la conque et sur les parois du conduit, et atteint le tympan selon une nouvelle incidence, qui est, pour une oreille donnée, invariablement liée à l'incidence primitive.

» Le tympan, concave et conique, est refoulé directement suivant l'axe du cône si l'ébranlement tombe selon cet axe; il oscille en outre latéralement si l'ébranlement est de direction oblique, et il se déplace dans le sens où celui-ci le sollicite, entraînant la pointe du marteau.

» Le système de l'enclume et du marteau forme un levier coudé, articulé, suspendu sur un axe qui peut, grâce à cette articulation, se couder lui-même et fléchir en tous sens. De part et d'autre de cette articulation se trouvent trois pivots, dont deux pour le marteau et un pour l'enclume.

» L'apophyse externe du marteau, suspendue sur deux ligaments, sert de pivot pour les oscillations latérales du marteau de haut en bas, et d'axe pour les oscillations d'avant en arrière. L'apophyse grêle sert avant tout d'axe pour les mouvements de dehors en dedans et de pivot dans les oscillations que subit le système en tous sens.

» L'apophyse postéro-supérieure de l'enclume lui sert de pivot pour tous les mouvements de flexion de l'articulation centrale, et d'axe pour les mouvements de sonnette du système entier. L'articulation permet des flexions en tous sens, tout en sauvegardant l'oscillation totale de dehors en dedans.

» On conçoit dès lors que, selon l'oscillation latérale de la pointe du marteau, le système fléchisse, que les surfaces articulaires se quittent en certains points pour s'affronter en d'autres, que l'angle formé par les deux branches libres varie dans des plans également variables. La pointe de l'enclume transmet, par une double articulation, ses oscillations à la tête de l'étrier, qui oscille autour de son insertion tendineuse, poussant la base dans la fenêtre ovale selon des inclinaisons inverses de celles de la pointe de l'enclume, toujours sans préjudice des refoulements en dedans.

» Suivant l'obliquité de sa présentation, la platine de l'étrier, en s'enfonçant dans la fenêtre ovale, tend à déprimer tel ou tel pôle de la convexité utriculaire sous-jacente, et sous ce refoulement, et selon le pôle déprimé, il se fait, dans l'utricule, une circulation de l'endolymphe qui s'adapte à la forme de son récipient.

» La circulation de l'endolymphe utriculaire provoque des courants proportionnels dans les trois anses creuses semi-circulaires, perpendiculaires entre elles. Ces courants compensateurs sont respectivement de sens opposé au déplacement utriculaire, et beaucoup plus rapides, les canaux étant longs et étroits. Ils varient entre eux de sens et d'intensité, suivant la direction du déplacement dans l'utricule, suivant le pôle déprimé, suivant l'incidence de l'ébranlement.

» Les crêtes ampullaires perçoivent, sur deux versants opposés, le sens et l'intensité de ces courants, qui reconstituent en quelque sorte la description géométrique du tourbillon utriculaire. Le nerf de l'utricule, avec sa macule plate, perçoit l'*intensité* même de l'ébranlement qui lui parvient diamétralement de la paroi convexe, pendant que les trois nerfs ampullaires font l'analyse de sa *direction*.

» Le nerf dit de l'*espace* n'est, en réalité, que le nerf de l'espace ébranlé et de l'espace sonore; *il définit le lieu des points perceptibles par l'oreille*, grâce à l'ébranlement du milieu interposé. Il localise objectivement l'origine des perceptions auriculaires par l'orientation de l'incidence des ébranlements. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur un moyen de destruction des insectes nuisibles à la betterave et aux céréales*. Note de M. **Decaux**, présentée par M. E. Blanchard. (Extrait.)

« En juin 1888, en traversant des champs de betteraves à Solesmes (Nord), je fus frappé de trouver, au milieu de champs de céréales et de betteraves à moitié détruits par les larves du *Melolontha vulgaris* (Vers blancs), une magnifique récolte de betteraves, complètement indemne. Je remarquai alors, à la surface du sol, un certain nombre de bouts de chiffons d'un aspect noirâtre; ces chiffons provenaient de la Compagnie des chemins de fer du Nord, où ils avaient servi au nettoyage des locomotives, de la lampisterie, etc. Le pétrole ou autres composés hydrocarburés dont ils étaient imprégnés avaient préservé les récoltes contre les insectes vivant en terre.

» Cette année, en juin 1891, j'ai pu constater les mêmes effets sur différentes terres fumées de la sorte en 1888 et 1889. Tous les propriétaires que j'ai consultés m'ont assuré n'avoir pas eu à souffrir des insectes depuis trois ans, dans les terres engraissées avec des chiffons pétrolés.

» En visitant une terre ensemencée en betteraves et annonçant une

récolte magnifique, sur le territoire de Briastre (Nord), j'ai pu faire une observation semblable, dans le voisinage d'un champ infesté par l'*Heterodera Schachtii* (Strubell) [1].

» Les observations qui précèdent montrent que des chiffons imprégnés de pétrole ou d'autres composés hydrocarburés ont une action destructrice prolongée (au moins trois ans) sur les Vers blancs, les Vers gris, l'*Heterodera Schachtii*, etc. Je ne saurais trop signaler ces résultats à l'attention des syndicats pour la préservation de nos vignobles contre le Phylloxera. L'analogie de manière de vivre, en suçant les radicelles, du Phylloxera et de l'*Heterodera*, me donne la conviction qu'on préserverait les 1200000^{ha} de vignes restées indemnes du Phylloxera, en les fumant avec des chiffons imbibés de pétrole ou d'autres composés hydrocarburés, que l'on pourrait renouveler tous les trois ans. Il y a même de grandes présomptions pour qu'on parvienne ainsi à détruire cet insecte dans les vignes peu contaminées.

» Je conseillerais d'employer de préférence des chiffons de laine, qui agiraient en outre comme engrais sur la vigne et l'aideraient, une fois le Phylloxera détruit, à reprendre une végétation vigoureuse. »

M. **Teguor** adresse, de Naples, la démonstration d'un théorème relatif à la théorie des nombres.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

---

(1) L'*Heterodera Schachtii* est, d'ailleurs, peu répandu à Briastre et les environs. Strubell, qui a étudié le premier ce Nématode en Allemagne, admet six à sept générations et une descendance de *vingt-trois milliards d'individus* dans une année. Mes observations m'ont montré que, dans le Nord, il n'a que deux ou trois générations par an.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 octobre 1891.

Les lois fondamentales de l'univers; par le prince Grigori Stourdza. Paris, Baudry et Cie, 1891; 1 volume in-8°.

Annales du commerce extérieur; année 1891, 9e fascicule. Paris, Imprimerie nationale; 1 volume in-8°.

Observations météorologiques faites à Tananarive; par le R. P. E. Colin, S. J.; t. II. Tananarive, imprimerie de la Mission catholique, 1891; petit in-8°.

Flore de l'île de la Réunion; fascicule I: *Cryptogames vasculaires (Fougères, lycopodes, Sélaginelles; par* E. Jacob de Cordemoy. Saint-Denis (Réunion), typographie de la Vérité, 1891; petit in-8°.

Société des sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année 1890-1891; *par* M. le Dr Girard (d'Aigueperse), 45e année. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1891; br. in-8°.

Empirismo e scienza, riposta ad un articolo del signor S. Perone sulla unita del diapason; per Montanelli Archimède. Carrara, 1891; tip. Picciati. (Estratto dalla *Gazetta musicale di Milano.*)

Scritti di Agricoltura; per Eugenio cav. Morpurgo. Treviso, N. Zanardini, 1891; br. in-8°.

Curs elementar de Chimie de Dr C. I. Istrati. Bucuresci, Carol Göbl, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Unveiling of the statue of La Salle, *Lincoln park, Chicago, october* 12, 1889. Chicago, Knight and Leonard C°, 1889; br. in-8°.

Beobachtungen der russischen Polarstation auf Nowaja Semlja; I. Theil: *Magnetische Beobachtungen.* Bearbeitet von K. Andrejeff, herausgegeben unter Redaction von R. Lenz, 1891; in 4°.

Neue Annalen der K. Sternwarte in Bogenhausen bei München. Auf Kosten der K. bayer. Akademie der Wissenschaften, herausgegeben von Hugo Seeliger, Director der K. Sternwarte. Band II, mit drei Tafeln. München, 1891, Verlag der K. Akademie; in-4°.